

Univerzita Karlova v Praze
Přírodovědecká fakulta
katedra fyzické geografie a geoekologie

Jana Kontrošová

Režim výskytu búrrok na Slovensku

Regime of Thunderstorm Occurrence in Slovakia

Diplomová práca

Praha 2008

Vedúci diplomovej práce: RNDr. Ivan Sládek CSc.

Čestne vyhlasujem, že som zadanú diplomovú prácu vypracovala samostatne a že som uviedla všetky použité informačné zdroje.

Praha 25.8.2008

podpis

.....

Touto cestou by som sa rada poďakovala pánu RNDr. Ivanovi Sládkovi, CSc. za odborné vedenie a trpezlivosť počas spracovávania diplomovej práce a pomoc pri zaobstarávaní podkladových dát. Rovnako by som sa chcela poďakovať aj pracovníkom SHMÚ z bratislavskej, banskobystrickej a košickej pobočky, ktorí mi umožnili prístup k údajom. Moju vďaku si nepochybne zaslúži aj môj priateľ, Peter Paluch, ktorý mi neúnavne pomáhal pri odpisovaní dát.

Jana Kontrošová

Abstract

The subject matter of my thesis is the regime of thunderstorm occurrence in Slovakia. In the theoretic part of my work, I deal with thunderstorm categorization, condition of its creation and development and with side-effect phenomena. I also mention continentality of climate, which is linked with disintegration and occurrence of days of thunderstorms and thunderstorms.

In the practical part, I focus on statistic analysis of number of days of thunderstorms and thunderstorms at the Irish meteorological station Valentia, which represents ocean climate and at 5 Slovak meteorological stations with continental climate in the period of 1961 – 2006 or 2007. I study the trend during years, months, seasons and number of thunderstorm phenomena at the stations, while comparing principles of oceanic and continental climate in the context of thunderstorms and days of thunderstorms occurrence.

The main object of my thesis is to define thunderstorm season at each station by method of cumulative series designed by I. Sládek. Conventionally specified seasons do not always match reality. By this method, it is able to determine the natural beginning, end and duration of seasons according to selected climatological parameter.

The thunderstorm season at Slovak meteorological stations usually begins at 3rd of May, ends at 31st of August and lasts 121 or 122 days, which is equal to 4 months and closely corresponds with summer season. There are approximately 31 days of thunderstorm during the year in Slovakia, but only 4 or 5 days at Irish station.

Results vary due to different geographic position, climatic conditions and mostly due to quality of observation and data record at each station. In general, the influence of the continentality has been confirmed in the meaning of significant higher number of thunderstorms and days of thunderstorms in the continental climate compare to oceanic one. Definition and specification of thunderstorm season is a climatological characteristic, which may help us better understand the main principles and phenomena of climate.

OBSAH

Obsah

1. Úvod.....	6
2. Cieľ práce.....	7
3. Súčasný stav skúmanej problematiky.....	8
4. Búrková činnosť.....	9
4.1. Rozdelenie búrok.....	10
4.2. Vznik a vývoj búrok.....	12
4.3. Sprievodné búrkové javy.....	14
5. Kontinentalita a oceánita podnebia.....	18
5.1. Indexy kontinentality.....	19
5.2. Charakter kontinentálneho podnebia.....	20
5.3. Charakter oceánskeho podnebia.....	20
6. Metódy práce.....	20
6.1. Meteorologické stanice a dáta.....	21
6.2. Metódy spracovania dát.....	22
7. Základné podnebné charakteristiky skúmaných meteorologických staníc.....	24
8. Režim výskytu búrok.....	29
8.1. Svet.....	29
8.2. Európa.....	31
8.3. Slovensko.....	33
9. Využitie metódy súčtových radov.....	38
9.1. Vymedzenie a dĺžka búrkovej sezóny.....	42
9.1.1. Bratislava–Ivánka.....	46
9.1.2. Sliač –letisko.....	48
9.1.3. Poprad – letisko.....	49
9.1.4. Košice – letisko.....	51
9.1.5. Lomnický štít.....	52
10. Diskusia a záver.....	54
11. Literatúra a zdroje.....	56
Zoznam obrázkov.....	59
Zoznam tabuliek.....	59
Zoznam grafov.....	60
Zoznam príloh.....	62
Prílohy	

1. Úvod

Fenomén búrky človeka odpradáva fascinovať a desiť zároveň. V ďalekej minulosti pre nás búrka s jej sprievodnými javmi (hrmenie, blesky, prudké dažde) predstavovala hnev bohov. Dnes už vieme, že počas búrky sa v atmosfére nahromadí veľké množstvo energie, ktoré sa vo veľmi krátkom čase uvoľňuje do prostredia v podobe spomínaných sprievodných javov. Niektoré fenomény, ako oblačná a búrková elektrina, si však vyžadujú ďalšie podrobnejšie vedecké skúmanie.

Najčastejšie nás búrky v prírode zastihnú neskoro na jar alebo v lete. Pokiaľ však poznáme zákonitosti a javy, ktoré vzniku búrky predchádzajú, dokážeme ju veľmi ľahko rozpoznať, prípadne sa jej vyhnúť. Vyčíňanie búrok totiž nebýva vždy bez následkov. Prudké dažde sú často príčinou záplav a každoročne sa objaví niekoľko prípadov úmrtia v dôsledku zasiahnutia bleskom z búrkového oblaku.

Napriek tomu, alebo práve preto, nás búrky asi nikdy neprestanú udivovať. Sú nevyčerpatelným zdrojom zaujímavých a doposiaľ podrobnejšie nepreskúmaných tém. Ja som sa v mojej diplomovej práci rozhodla podrobnejšie zamerať na štatistickú analýzu režimu výskytu búrok a vymedzeniu búrkových sezón v spojitosti s kontinentalitou podnebia na 5 meteorologických staniciach na Slovensku počas 47 rokov sústavného meteorologického pozorovania. Text sa delí do niekoľkých kapitol, môžeme ho však rozdeliť na 2 základné časti – teoretickú, kde sa zameriavam na celkovú charakteristiku búrok a kontinentality a praktickú, v ktorej sa venujem vlastným analýzám a hodnotím dosiahnuté výsledky.

2. Cieľ práce

Cieľom mojej práce je vymedziť nástup, dĺžku a trvanie búrkovej sezóny pomocou metódy súčtových radov navrhutej I. Sládkom. Táto metóda bola použitá v mnohých prácach a publikovaná v niekoľkých vedeckých časopisoch (viz kap. 6.2.). Pokúsim sa ju overiť aplikáciou na výskyt búrkových dní a demonštrovať jej výhody a široký záber možného využitia. V analýze sústredím sa aj na rozdelenie počtu dní s búrkou v priebehu jednotlivých rokov a mesiacov, na ich zastúpenie v rámci tradične stanovených ročných období a celkový trend jednotlivých spracovávaných kategórií. Nemenej zaujímavé tiež bude sledovať výskyt búrok počas sledovaného obdobia, a rovnako aj výskyt jednotlivých druhov búrok v závislosti od vzdialenosti od meteorologickej stanice. Všetky tieto spracované výsledky sa následne pokúsim aplikovať na zákonitosti kontinentality klímy.

Kontinentálnu klímu na európskom kontinente okrem vysokých amplitúd teploty charakterizuje aj rozdelenie roka na 4 ročné obdobia, ktoré sú vymedzené aj na základe určitých prevažujúcich teplotných charakteristík. Toto konvenčne stanovené rozdelenie však nie vždy zodpovedá realite a často sa líši v regionálnom aj lokálnom meradle. Jedným z možných riešení by mohlo byť práve využitie metódy súčtových radov, pomocou ktorej by boli obdobia vymedzené na základe viacerých podnebných charakteristík. Príkladom obdobia s určitým prevažujúcim znakom je aj búrková sezóna. Tá je v kontinentálnej klíme úzko prepojená s letným obdobím, preto ju môžeme veľmi jednoducho aproximovať na sezónu letnú.

Mojím predpokladom je, že v súčasnosti dochádza, okrem iného aj vplyvom globálneho otepľovania, k častejšiemu výskytu dní s búrkou a búrok samotných, prípadne k predlžovaniu trvania búrkovej sezóny, resp. letného obdobia a k zosilňovaniu vplyvu kontinentu na podnebie v danej geografickej oblasti.

Pôvodným zámerom bolo porovnať kontinentálnu a oceánsku klímu na základe výskytu búrok. Keďže sa mi však zo „zástupcov“ oceánskeho podnebia podarilo zohnať iba jednu stanicu s potrebnými dátami, budem sa v práci venovať výlučne kontinentalite klímy a spracované výsledky stanice, ktorá reprezentuje oceánsku klímu budú slúžiť iba na všeobecné porovnanie.

3. Súčasný stav skúmanej problematiky

V rámci prípravy na napísanie diplomovej práce som naštudovala niekoľko knižných publikácií, článkov, diplomových a bakalárskych prác, pričom veľmi užitočným zdrojom aktuálnych informácií pre mňa boli internetové stránky a odkazy súvisiace s problematikou.

Búrkovej činnosti sa v jednotlivých kapitolách venujú mnohé učebnice a skriptá meteorológie, z ktorých spomeniem napr. **Pozoruhodné jevy v atmosfére** alebo **Meteorologie: Úvod do studia dějů v zemské atmosfére** od J. Bednáře, **Meteorológia a klimatológia** od S. P. Chromova, **Fyzika oblaků a srážek** od J. Podzimka, **Fyzika oblaků a srážek** od D. Řezáčové a kol. či publikácia **Bouřky a ochrana před bleskem**, ktorej autormi sú L. Řihánek a J. Postránecký. V týchto knihách sú vysvetlené všeobecné zákonitosti vzniku búrok a jej sprievodných javov. Články v odborných časopisoch sa konkrétnejšie zameriavajú na rôzne problematiky súvisiace s búrkovou činnosťou (Dai, 2001; Setvák, 1999; Smith a kol., 2001; Soták, 2004).

V užšej súvislosti s tematikou mojej práce spracoval svoju diplomovú prácu **Možný vplyv očakávanej klimatickej zmeny na výskyt búrok na Slovensku** J. Pecho. Analýza výskytu rôznych synoptických typov počasia a výskytu dní s búrkou potvrdila pokles počtu búrkových dní v nížinných a kotlinových oblastiach a ich mierny nárast v horských regiónoch. Na zmenách priestorového výskytu búrok v jednotlivých regiónoch sa podľa autora podieľajú dlhodobé zmeny vo veľkopriestorovej cirkulácii na Slovensku. Problematike kontinentality sa venuje Š. Kveták v článku **Termická kontinentalita podnebia na Slovensku**, v ktorom zhodnotil územie Slovenska podľa rozličných zaužívaných aj menej známych indexov kontinentality. Väčšina z nich pracuje s amplitúdou teploty vzduchu, ktorej najvyššie hodnoty sa vyskytujú vo Východoslovenskej nížine a Juhoslovenskej kotline (23°C), najnižšie na vrchoch Tatier (Lomnický štít – 15°C). Rozdiel medzi východom a západom Slovenska je asi 2°C. Ukazovatele kontinentality súhlasia s rozložením amplitúdy, najkontinentálnejšie podnebie má východ Slovenska, zatiaľ čo oceánom sú najviac ovplyvnené vrcholky hôr. Veľmi zaujímavým spôsobom spracovali autori J. J.-M. HIRSCHI, B. SINHA a S.A. JOSEY v článku **Global warming and changes of continentality since 1948** zmeny v kontinentalite na celej Zemi od roku 1948, pričom tieto zmeny kladú do súvisu s globálnym otepľovaním. Za index kontinentality zvolili ročnú

amplitúdu vzduchu a porovnávali jej zmeny a rozloženie za sledované obdobie. Najväčšie rozdiely zaznamenali v Arktíde a Antarktíde, kde sa hodnota amplitúdy znížila o 4 až 6°C, najmä kvôli zvyšovaniu teploty v chladnom období. K zosilneniu kontinentality, a teda k zvýšeniu amplitúdy teploty došlo len v niekoľkých oblastiach, autori článku uvádzajú na území južnej a východnej Európy zvýšenie o 1 až 2°C. Prejavy a mieru ombrickej kontinentality v Európe a v Českej republike spracovala vo svojej bakalárskej práci **Ombrická kontinentalita v Európe a Českej republike** K. Mikolášková.

Pri spracovávaní dát za účelom vymedzenia búrkovej sezóny som väčšinu informácií čerpala z článkov od I. Sládka - **Určování nástupu a ukončení zvolených teplot vzduchu metodou součtových řad odchylek** a T. Fialu - **Vymezení období sucha a období převládající teploty vzduchu pomocí metody součtových řad na příkladu Vráže u Písku**, ktoré podrobne rozoberajú metódu súčtových radov. Tejto téme sa čiastočne venuje aj bakalárska práca P. Sehnalovej - **Roční chod výskytu bouřek a bouřkových jevů v ČR**. Okrem analýzy výskytu búrok sa v nej metódou súčtových radov pokúsila vymedziť búrkovú sezónu na vybraných meteorologických staniciach v Českej republike. Bude nepochybne zaujímavé, porovnať v nasledujúcich kapitolách aj jej výsledky s výsledkami staníc na Slovensku.

4. Búrková činnosť

Búrka je zložitý a nebezpečný atmosférický dej, dôsledok fyzikálnych procesov. Je sprevádzaná súborom elektrických, optických a akustických javov. Je viazaná na vertikálne mohutné búrkové oblaky druhu cumulonimbus (Cb) dosahujúce výšku izotermy -20 °C. Okrem toho je jej vznik podmienený vysokou absolútnou vlhkosťou vzduchu tak pri zemskom povrchu ako aj vo výške, labilným zvrstvením atmosféry s veľkými gradientami teploty a relatívne nízkou polohou izotermy -10 °C, v blízkosti ktorej sa nachádza hladina intenzívnej kryštalizácie (Zverev, 1977). Svoju úlohu pri vytváraní búrok zohráva aj nerovnorodosť aktívneho zemského povrchu, ktorá uľahčuje vývoj dynamickej aj termickej konvekcie a zbiehavosť horizontálneho prúdenia. Dôležitým faktorom ovplyvňujúcim intenzitu a silu búrky je vertikálny strih vetra. Typický je náhly pokles tlaku pred búrkou a následný vznik húľavy, prudkého nárazovitého vetra.

Systematické pozorovania búrok sa v Európe začali v druhej polovici 19. storočia. Dnes je záznam o výskyte búrky bežnou praxou pozorovateľov na všetkých meteorologických staniciach. Zaznamenáva sa začiatok (prvé zahrmenie) a koniec búrky (posledné zahrmenie), intenzita (sila a početnosť elektrických výbojov), ťah búrky (smer pohybu Cb), rýchlosť vetra a atmosférické zrážky (Fišák., 1994). Pre výpočet vzdialenosti búrky od pozorovateľa sa používa doba, ktorá ubehne od zablesknutia do zahrmenia, pričom 3 sekundy zodpovedajú vzdialenosti 1km. Jednoduchým riešením je vynásobenie počtu sekúnd rýchlosťou zvuku (zaokrúhlene 330 m/s).

V niektorých prácach sa uvádza, že búrkový deň zodpovedá dňu s miestnou búrkou do vzdialenosti 3 km, čiže len s blízkou búrkou na stanici (Hlaváč, 1968). V práci však uprednostňujem definíciu v Návoďte pro pozorovatele meteorologických stanic (Fišák, 1994), že za búrkový deň označujeme deň s blízkou alebo vzdialenou búrkou, blýskavica sa do tohoto súboru nezapočítava. V texte však budem pracovať aj s pojmom počet búrok, čo predstavuje sumu všetkých búrok, ktoré boli na danej stanici zaznamenané v priebehu roka, resp. sledovaného obdobia, keďže za jeden búrkový deň sa môže na stanici vyskytnúť viac samostatných búrok. Búrkovým javom budeme rozumieť akýkoľvek prejav búrky, od blízkej búrky na stanici až po blýskavicu.

V nasledujúcich podkapitolách sa zameriam na stručné rozdelenie búrok na jednotlivé druhy na základe rôznych kritérií, na vysvetlenie vzniku a vývoja búrky, resp. búrkového oblaku a na objasnenie niektorých jej sprievodných javov.

4.1. Rozdelenie búrok

Búrky môžeme rozdeliť podľa rôznych kritérií. Podľa intenzity rozdeľujeme búrky na slabé, mierne a silné ale presné kritériá na jej určovanie nie sú stanovené (Fišák, 1994), takže intenzita búrky sa zaznamenáva výlučne na základe subjektívneho úsudku pozorovateľa.

Podľa vzdialenosti od miesta pozorovateľa rozlišujeme búrky blízke (na stanici), vzdialené a blýskavice. Blízku búрку definujeme ako búрку, pri ktorej pozorujeme aspoň jeden blesk bližšie ako 3 km, čiže časový úsek medzi bleskom a hromom musí byť kratší než 10 sekúnd. Vzdialenú búрку rozlišujeme ešte na búрку vzdialenú do 5 km a viac ako 5 km (veľmi vzdialená). Vyskytuje sa pri nej aspoň jeden počuteľný hrom a doba medzi

zablesknutím a zahrmením je dlhšia ako 10 sekúnd. Blýskavice sú svetelné javy v oblakoch, pri ktorých pozorovateľ vidí len blesky ale nepočuje hrmenie. Sú časté pri veľmi vzdialených búrkach (Fišák, 1994).

Podľa spôsobu vzniku a prevládajúcej synoptickej situácie rozdeľujeme búrky na frontálne a nefrontálne. Ich spoločným znakom je existencia výstupných prúdov. Frontálne búrky sa vyskytujú v oblasti atmosférického frontu, presúvajú sa s ním a môžu vzniknúť počas celého dňa, v každom ročnom období. Búrky zo studeného frontu vznikajú na frontálnej čiare, kde prebieha vytlačanie teplého vzduchu do vyšších vrstiev atmosféry pred prichádzajúcim vzduchom studeným. Čím je teplý vzduch vlhčí, tým sa intenzívnejšie vyvíjajú búrkové oblaky, ktoré sa usporadúvajú na fronte do dlhého pásu (Podzimek, 1959). Podobným spôsobom vzniká aj búrka z oklúzneho frontu. Búrka z teplej fronty je veľmi výnimočným javom a vzniká pred frontálnym rozhraním. Jej vznik je podmienený existenciou výstupných prúdov pozdĺž frontu a radiačným ochladzovaním horných vrstiev frontálnou oblačnosťou, čím sa zvyšuje instabilita atmosféry (Meteorologický slovník..., 1993).

Nefrontálne búrky vznikajú vo vnútri instabilnej vzduchovej hmoty a ďalej ich rozdeľujeme na kvázifrontálne, advekčné, konvekčné a orografické (Podzimek, 1959). Kvázifrontálna búrka sa vytvára v studenej instabilnej vzduchovej hmote, v dôsledku usporiadanej konvekcie. Advekčná búrka vzniká v dôsledku studenej advekcie za studeným frontom a vyskytuje sa najmä na pobrežiach oceánov. Konvekčná búrka vzniká následkom termickej konvekcie pri nerovnomernom otepľovaní zemského povrchu. Vyskytuje sa najmä v lete počas denného teplotného maxima. Orografickú (horskú) búрку podnecuje termická konvekcia nad južnými svahmi pohorí, silne vystavenými slnečnému žiareniu. K jej vzniku tiež prispievajú výstupné prúdy na náveterných svahoch, konvergencia horských a údolných vetrov, vyššia vlhkosť vzduchu v horských oblastiach a zvýšená mechanická turbulencia (Podzimek, 1959).

Veľmi zaujímavý je vznik zimných búrok, ktoré sú bežným javom nad oceánmi, prípadne na pobreží západnej Európy. V našich geografických podmienkach sa vyskytujú zriedkavejšie, nie sú však až tak výnimočným javom. Keďže v zimnom období sú podmienky na konvekciu značne nepriaznivé, vznik zimných búrok sa viaže na výskyt studených a podružných frontov. Často bývajú spojené so silným snežením a vetrom.

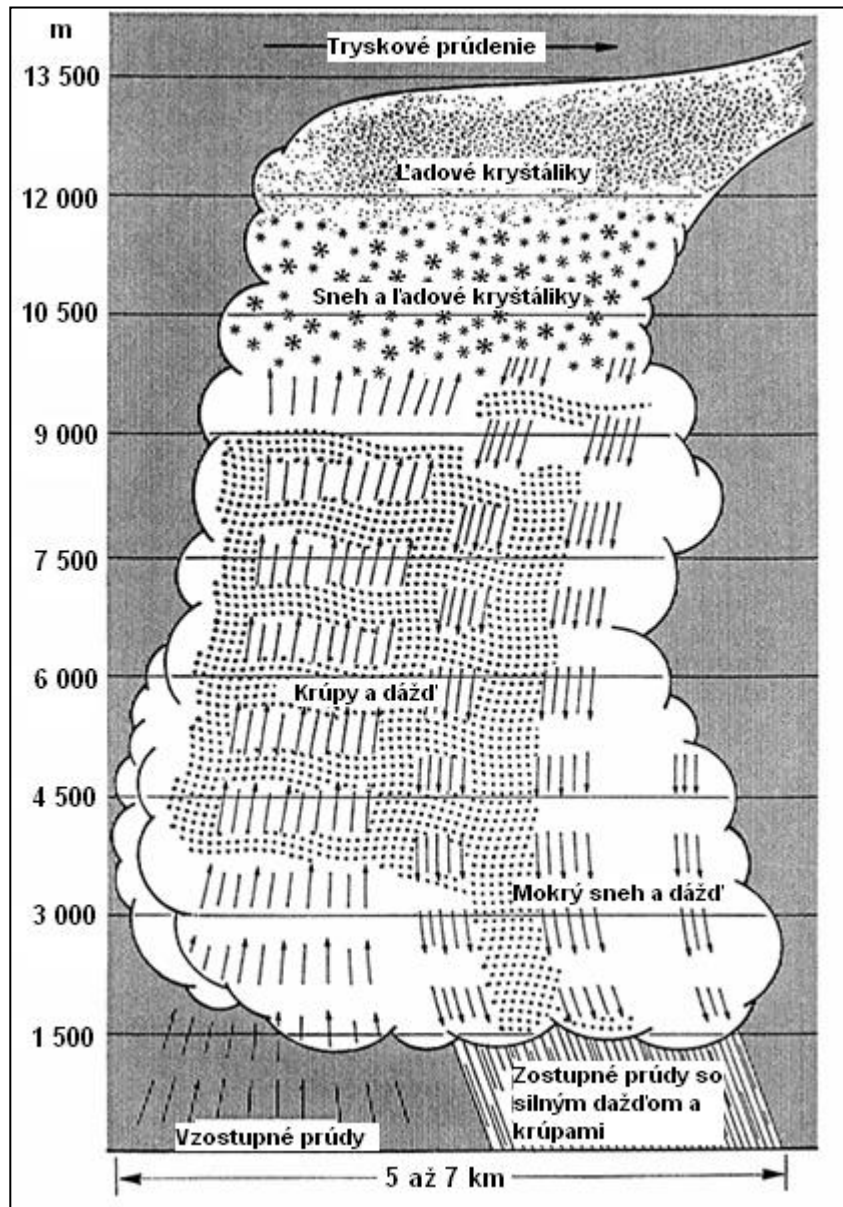
4.2. Vznik a vývoj búrok

Spoločným znakom všetkých druhov búrok je existencia výstupných prúdov a následný vznik búrkových oblakov, cumulonimbus (Cb). Cumulonimbus – búrková kopa je mohutný a hustý oblak veľkého vertikálneho rozsahu s výškou 10 až 16 km, tvorený prechladenými vodnými kvapkami aj ľadovými kryštálkami (obr. č. 1). V dôsledku spoločnej existencie všetkých vodných skupenstiev v ňom dochádza k tvorbe intenzívnych zrážok a búrkovej elektriny. Je základným typom konvekčných oblakov, ktoré najčastejšie vznikajú v dôsledku nerovnomerného zohrievania zemského povrchu, usporiadaným prenosom vzduchu a vlhkosti vo vertikálnom smere (Hlaváč, 1986). Vytvára sa postupne z oblakov druhu cumulus (Cu) a môže byť tvorený komplexom zloženým z niekoľkých konvekčných buniek. Vrchol oblaku je hladký, vláknitý a takmer sploštený, v dôsledku silného vetra pôsobiaceho vo výškach v blízkosti tropopauzy sa rozširuje do podoby nákovy. Základňa je obvykle veľmi tmavá a nachádza sa približne 2 km nad zemským povrchom. Na pozadí Cb často pozorujeme dúhu. Životný cyklus búrkového oblaku rozdeľujeme na tri vývojové štádiá.

Pre prvé štádium je charakteristický dobre vyvinutý oblak cumulus congestus (Cu con) so silným spojitým vzostupným prúdením, ku ktorému dochádza v dôsledku instabilného teplotného zvrstvenia (Podzimek, 1959). Za vhodných podmienok sa Cu con ďalej vyvíja v Cb, pričom teplota vzduchu vo vnútri oblaku je vyššia v porovnaní s okolím.

Nasleduje štádium zrelosti. V dôsledku nahromadenej tiaže v horných partiách oblaku vzniká v tylovej časti veľmi silný a studený zostupný prúd, ktorý strháva zrážkové elementy z vyšších hladín a tým spúšťa zrážkový proces (Podzimek, 1959). Na čelnej strane oblaku stále pôsobí silný výstupný prúd, ktorý neustále zásobí Cb novou energiou – teplým a vlhkým vzduchom. Okrem toho sa vplyvom kondenzácie uvoľňuje latentné teplo, ktorého energia prispieva k vťahovaniu vzduchu spod základne oblaku. Rozdiel medzi teplotou vzostupného a zostupného prúdu pod základňou oblaku zvyčajne predstavuje viac ako 10 °C, s čím súvisí aj výrazná zmena tlaku a vlhkosti (Podzimek, 1959). Druhé vývojové štádium predstavuje fázu najintenzívnejších zrážok a bleskových výbojov.

Obrázok č. 1: Búrkový oblak - Cumulonimbus (Cu)



Zdroj: <http://thediagram.com>

Úprava: J. Kontrošová

V poslednom štádiu dochádza k rozpadu búrky. Výstupný prúd slabne a zaniká, v dôsledku ochladenia zemského povrchu studenými prúdmi. Teplota vzduchu vo vnútri oblaku je nižšia v porovnaní s okolím, zrážky sú miernejšie, zostupné prúdy majú menšiu rýchlosť a pôsobia už v celom oblaku. Horná časť prechádza do vrstvy ľadového oblaku druhu cirrus (Ci), stredná v altocumulus (Ac) a v spodnej časti pretrvávajú cumulonimbus mamma (Cb mam) – zaoblené výbežky oblaku značiace rozpad búrky (Podzimek, 1959).

Vzdušné prúdenia šíriace sa po rozpade búrky môžu naraziť na ďalšie teplé a vlhké vzduchové hmoty a podnietiť tak vývoj nového búrkového oblaku. Takýmto spôsobom môže dôjsť ku vzniku niekoľkých súčasne sa vyskytujúcich konvekčných buniek v rôznych štádiách vývoja. Tento jednotný systém sa nazýva multicelárny a z neho vzniknutá konvektívna búrka má silné, miestami až ničivé účinky. Základným rysom sú veľmi rýchle výstupné prúdy, doba trvania niekoľko hodín a časová a priestorová premenlivosť sprievodných javov (prestávky vo výskyte bleskových výbojov, zrážok) (Podzimek, 1959). V priebehu vývoja môže z multicely vzniknúť supercela a naopak. Supercela je veľmi intenzívny búrkový jav pozostávajúci z jednej výraznej konvekčnej bunky a má podobnú deštruktívnu silu. Neustále v nej dochádza k obnovovaniu konvekčnej cirkulácie a k veľmi silnej rotácii v oblasti vzostupného prúdu. Tento mohutný prúd dosahujúci vertikálne rýchlosti 50 m/s, udržiava bunku v činnosti niekoľko hodín. V dôsledku komplikovanej štruktúry sa supercela prejavuje aj dlhodobou produkciou krúp a v niektorých prípadoch sa môže dokonca vyvinúť v tornádo (Meteorologický slovník..., 1993).

4.3. Sprievodné búrkové javy

Charakteristickým sprievodným javom búrky sú silné zrážky, ktoré počas hlavnej fáze vývoja búrkového oblaku vypadávajú z jeho zadnej časti, neskôr z celej základne. Cumulonimbus je zmiešaný oblak, v ktorom vedľa seba existujú všetky tri vodné skupenstvá a vytvárajú sa tak výdatné zrážky prehánkového charakteru. Na ich vzniku sa podieľa viacero mikrofyzikálnych procesov. Tým základným procesom prebiehajúcim pri vzniku zrážok z Cb je však koalescencia vodných kvapiek a koagulácia ľadových kryštálikov s vodnými kvapkami.

Veľmi teplý výstupný prúd, z ktorého sa vytvára Cu con a neskôr Cb, sa vo vyšších hladinách oblaku adiabaticky rozpína a ochladzuje. Na kondenzačných jadrách sa preto začínajú kondenzovať vodné kvapky. Procesom koalescencie (zachytávanie menších kvapiek väčšími) kvapky zväčšujú svoje rozmery, padajú, triešťa sa a pri opätovnom výstupe narastajú (Počasie, 2003). Ako už bolo spomenuté, horná hranica oblaku môže dosahovať výšku izotermy až $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Prechladené kvapky existujú vo vodnom skupenstve bežne do teplôt $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$. Pri dosiahnutí tejto a nižších teplôt dochádza k vzniku ľadových kryštálikov

namrzaním a zachytávaním prechladených kvapiek (koagulácia) alebo spontánne na tzv. ľadových jadrách (obdobu kondenzačných jadier) (Řezáčová a kol., 2007). Svoju úlohu pri vzniku zrážok zohráva aj tzv. Bergerov - Findenseinov proces, ktorý je špeciálnym typom difúzneho rastu a výparu. Dochádza pri ňom k rastu ľadových kryštálikov a k výparu prechladených vodných kvapiek, pretože pri zápornej teplote je vodná para vzhľadom k ľadu presýtená a vzhľadom k vode nenasýtená (Řezáčová, 2005). Okrem toho v oblaku prebieha aj vzájomné zhľukovanie ľadových kryštálikov, agregácia. Ľadové častice preto stále narastajú, čím si zvyšujú hmotnosť aj pádovú rýchlosť. Keď tá prevýši rýchlosť výstupných prúdov, ľadové kryštály padajú pod hladinu 0 °C, kde sa topia v dažďové kvapky (Bednář, 1989). Postupne prechádza celý oblak v ľadový, hranica vzniku ľadových častíc sa presúva do okolia izotermy 0 °C a zrážky slabnú (Podzimek, 1959).

Zrážky vypadávajú z Cb vo forme zrážkových pásov v zadnej časti oblaku. Pokiaľ je vzduchová vrstva pod základňou oblaku nenasýtená, dochádza k výparu a zrážkové pásy nedosahujú zemský povrch (virga) (Meteorologický slovník..., 1993). Väčšinou však z Cb vypadáva dažď, sneh alebo krúpy. Pri veľmi veľkých vertikálnych gradientoch teploty sa môžu vytvárať aj silné prívalové zrážky, ktoré spôsobujú povodne lokálneho charakteru.

Krúpy sú kusy ľadu guľovitého alebo nepravidelného tvaru s priemerom väčším než 5mm. V priereze obsahujú niekoľko zreteľných koncentrických vrstiev ľadu rozličného pôvodu. Krúpy vznikajú striedavo namrzaním prechladených vodných kvapiek a priamym ukladaním molekúl vodnej pary na ľadových časticiach počas niekoľkonásobného výstupu a zostupu v dôsledku pôsobenia vzdušných prúdov v Cb. Striedaním týchto dvoch spôsobov narastania ľadu sa vytvárajú vrstvy kryštalického (priehľadného) a amorfného (priesvitného) ľadu. Krúpy preto neustále zvyšujú svoju hmotnosť. Rýchlosť krúp pri vypadávaní môže dosiahnuť až 160 km/h (Počasie, 2003). V takýchto prípadoch spôsobuje krupobitie škody najmä na poľnohospodárskej úrode. To či krúpy vôbec vzniknú, závisí od pomeru maximálnej rýchlosti výstupných prúdov k teplote vzduchu na danej hladine v oblaku (Zverev, 1977). Čím je vyššia rýchlosť prúdov a rovnako aj teplota v oblaku, tým vyššia je pravdepodobnosť vzniku krúp. Ich rozmery závisia od maximálnej rýchlosti výstupných prúdov a výšky izotermy 0 °C nad zemským povrchom (Zverev, 1977).

V jednotlivých fázach vývoja búrkového oblaku sa postupne rozlične prejavuje aj sprievodný vietor. Blížiacu sa búrku môžeme rozpoznať aj podľa silného prízemného

nárazovitého vetra, ktorý rýchlo mení smer – húlavy. Húlava vzniká v dôsledku existencie silného vzostupného prúdu v prednej časti búrkového oblaku. Zo zadnej časti klesá prudko k zemi zostupný prúd, tzv. downburst (známy aj ako prepad vzduchu), ktorý sa však nevyskytuje len v cumulonimboch. Downburst spôsobuje vypadávanie zrážok z oblaku na zemský povrch, niekedy býva spojený aj s krupobitím. Čelo tohoto zostupného prúdu nazývame gust fronta.

Búrková elektrina, najzaujímavejší a zároveň najnebezpečnejší sprievodný búrkový jav, vzniká v oblaku v dôsledku indukcie, fázových zmien vody a vertikálnych pohybov vzduchu. Prostredníctvom nich sa pri výstupe a zostupe vodné kvapky aj ľadové kryštáliky trením o molekuly vzduchu v oblaku zelektrizujú (Hlaváč, 1986). Jadro sa nabíja kladne a malé čiastočky na povrchu záporne. Procesom koalescencie a koagulácie sa vodné aj ľadové častice zrážajú, rozbiehajú a triešia, čím sa od seba náboje oddeľujú (Hlaváč, 1986). Tento jav, pri ktorom dochádza k uvoľňovaniu záporných elektrických nábojov pri rozpade ľadových kryštálikov alebo rozstrekaní vodných kvapiek, sa nazýva Lenardov efekt. Philipp Lenard pochádzal z Bratislavy, v Nemecku pôsobil ako fyzik a stal sa nositeľom Nobelovej ceny. Spomínané procesy popísal ako prvý v roku 1904 a určil aj kritickú veľkosť kvapiek. Dokázal, že kvapky s priemerom väčším než 5,5 mm sa pri voľnom páde rozpadajú na menšie (Hlaváč, 1986). Ďalšie teórie poukazujú na rôzne teploty, a tým pádom aj elektrickú vodivosť a na rozdielne rozmery oblačných čiastočiek, ktoré podmieňujú oddeľovanie rôznych elektrických nábojov vplyvom gravitácie a rozdielnej teploty. V búrkovom oblaku potom pravdepodobne vzdušné prúdy šíria kladný náboj vo vrchnej časti a záporný v jeho spodnej časti. Všetky mechanizmy tohto rozdelenia zatiaľ nie sú vysvetlené. Okrem toho sa v zadnej časti základne Cb zvyčajne nachádza podružná kladná oblasť. No elektrická štruktúra a rozdelenie nábojov sa môže meniť v rôznych fázach vývoja oblaku (Meteorologický slovník..., 1993). Prevažne záporný náboj v základni oblaku vzbudzuje elektrostatickou indukciou kladný náboj na priľahlom povrchu zeme, ktorý je pri pokojnom ovzduší nabitý záporne (Hlaváč, 1986). Elektrické náboje sú oddelené vzduchom, ktorý plní funkciu izolátora. Vzniká tak veľmi veľké elektrické napätie, ktoré môže dosahovať aj viac ako 100 tisíc V/m (Soták, 2004). Po prekročení určitej kritickej hodnoty napätia dochádza k vyrovnávaniu rozdielov prostredníctvom silného iskrového výboja, blesku. Je to vlastne elektrický prúd krátkeho trvania. Zo záporného náboja nazhromaždeného v základni smerujú

k zemi elektróny vo veľmi úzkom kanále. Je široký 2,5 až 10 cm a elektróny v ňom sa pohybujú rýchlosťou až 100 km/s (Hlaváč, 1986). Pri svojej ceste sa zrážajú s atómami vzduchu, čím z nich vyrážajú elektróny. Takto z neutrálnych atómov vzduchu vznikajú kladné ióny a cesta sa stáva vodivou. Uvoľnené elektróny štiepia pri zrážkach ďalšie atómy a vodivosť vzduchu sa stále zvyšuje (Hlaváč, 1986). Táto prípravná etapa vývoja blesku sa nazýva leader alebo aj stupňový vedúci výboj, ktorý spravidla smeruje k zemi. Na zemskom povrchu a najmä na vyvýšených miestach sa do výšky 30 až 50 cm vytvára tzv. vzostupný výboj alebo tiež spätný ráz (Hlaváč, 1986). Keď sa vedúci a vzostupný výboj spoja, vzniká blesk. Vytvára sa v miestach najmenšieho elektrického odporu vzduchu, preto je jeho dráha krivolaká. Blesky vznikajú v rôznych častiach oblaku, medzi oblakmi navzájom aj medzi oblakmi a zemským povrchom. Neudrú vždy do najvyššieho miesta ale do najlepšie vodivého. Elektrické účinky bleskov sa menia na tepelné, svetelné, akustické, mechanické aj chemické efekty.

Teplota sa pri bleskovom výboji pohybuje od 8 000 až 33 000 °C (Soták, 2004). Okrem toho, že takto zohriaty vzduch veľmi žiarivo svieti, vysoká teplota spôsobuje náhlu dilatáciu vzduchu (rozpínanie, zväčšenie objemu). Vzápätí však po ukončení bleskového výboja dochádza k prudkému ochladeniu a následnej kontrakcii vzduchu (zmršťovanie, zmenšenie objemu) (Počasie, 2003). Tieto deje sa opakujú veľmi rýchlo, v dôsledku čoho sa vzduch chveje, vzniká tlaková vlna a následne vlna zvuková – hrom. Keďže je dráha blesku krivolaká, vo všetkých bodoch vznikajú rôzne zvukové vlny, ktoré sa šíria a odrážajú od zeme a oblakov. Preto je aj hrmenie tvorené zvukmi rôznej výšky a intenzity. Okrem toho nás upozorňuje aj na vzdialenosť búrky (viz kap.4.).

Najčastejšie sa vyskytujúcim druhom je blesk čiarový a rozvetvený. Plošný blesk sa prejavuje tichými svietiacimi výbojmi, ktoré sa nehlučne zažihajú aj zhasínajú. Vzácny je výskyt perlového (šošovkového) blesku, ktorý charakterizuje pravidelne prerušovaný kanál blesku. Vzniká pri silnom daždi, ktorý blesk zoslabuje. Veľmi záhadným javom, ktorého vznik nie je celkom preskúmaný, je guľový blesk. Pozorovateľmi býva popisovaný ako guľa s priemerom 10 až 20 cm zostupujúca z oblaku. Voľne sa pohybuje vzduchom, jeho zánik charakterizuje ostrý zápach, praskanie až explózia. Nemenej zaujímavým prejavom búrkovej elektriny je Eliášov oheň. Je to tichý hrotový výboj sprevádzaný svetielkovaním a praskaním,

najlepšie viditeľný v noci. Objavuje sa na vysokých kovových predmetoch, stromoch ale aj na ľudoch a zvieratách, keď napätie v Cb ešte nie je dosť veľké na vytvorenie blesku.

5. Kontinentalita a oceánita podnebia

Rozloženie pevnín a oceánov a najmä vzdialenosť od morí na súši radíme medzi základné klimatogeografické faktory. S týmto rozložením súvisí aj základné rozdelenie klimatických typov na oceánsku (morskú) a kontinentálnu klímu. Kontinentalita a oceánita podnebia so sebou úzko súvisia, sú preto charakterizované rovnakými klimatologickými charakteristikami. Kontinentalita je výsledkom pôsobenia pevniny na procesy vytvárajúce klímu, keď vplyvom kontaktu so zemským povrchom dochádza k transformácii vzduchových hmôt. Zvyšuje sa smerom do vnútrozemia, kde sa kontinent veľmi výrazne podieľa na tvorbe podnebia. Prejavuje sa najmä veľkou ročnou amplitúdou teploty vzduchu, teplotnými extrémami či presunutím zrážkového maxima na letné obdobie. Oceánita podnebia je opakom kontinentality, vyznačuje sa prevládajúcim prenosom morských vzduchových hmôt a ich pôsobením na klímu. Vyznačuje sa malou ročnou amplitúdou teploty vzduchu, vyššou vlhkosťou vzduchu a rovnomerným rozložením zrážok v priebehu roka.

Podľa skúmaných klimatických prvkov rozlišujeme viacero druhov kontinentality, najviac sa v praxi používa kontinentalita termická. Rozhodujúcim údajom pre jej kvalitatívne hodnotenie je ročná amplitúda teploty vzduchu. Je daná rozdielom medzi priemernými mesačnými teplotami najteplejšieho a najchladnejšieho mesiaca (v priemere za sledované obdobie). Jej vysokú hodnotu v oblastiach s kontinentálnou klímou spôsobuje skôr vysoký pokles teplôt v zimnom období než nárast teploty v lete. Preto je kontinentálne podnebie v ročnom priemere chladnejšie než oceánske (Chromov, 1986). Ombrická (hygrická) kontinentalita je daná množstvom zrážok a ich ročným chodom. Smerom do vnútra pevniny dochádza k úbytku zrážok. Menej sa v praxi využíva barická kontinentalita klímy, ktorá vychádza z rozdielnych tlakových pomerov v oceánskych a kontinentálnych oblastiach. Dynamickú kontinentalitu podnebia určujeme na základe prevládajúcej početnosti vzduchových hmôt pevninského alebo oceánskeho pôvodu (Meteorologický slovník..., 1993).

5.1 Indexy kontinentality

Za účelom charakterizovania podnebia na základe kontinentality, resp. oceánnosti, hovoríme o stupni kontinentality. Ten nám udáva údaj o čistom podiele pevniny, resp. oceánu na vytváraní klímy v danej pozorovanej oblasti. Na vyjadrenie stupňa kontinentality (oceánnosti) klímy bolo navrhnutých niekoľko indexov. Pri ich výpočtoch sa používa najmä ročná amplitúda teploty vzduchu, ktorá je charakteristickým a zaužívaným ukazovateľom stupňa termickej kontinentality. Do úvahy musíme brať aj zemepisnú šírku sledovaného miesta. Ročné amplitúdy teploty vzduchu v nižších zemepisných šírkach sú totiž dosť nízke aj vo výrazných kontinentálnych podmienkach (Chromov, 1986). Preto je pri výpočtoch nevyhnutné vplyv zemepisnej šírky na ročnú amplitúdu teploty vzduchu vylúčiť.

Veľmi často používaným je Gorczyńského koeficient na výpočet kontinentality, ktorého základom je okrem ročnej amplitúdy teploty vzduchu v sledovanom území aj určenie priemernej ročnej amplitúdy teploty nad oceánom v oblasti medzi 30 a 60 ° zemepisnej šírky, definované ako „priemerné oceánske podnebie“ (Chromov, 1986). V prípade oceánskej klímy má koeficient hodnotu nula (napr. Thorshavn ležiaci na Faerských ostrovoch) a v prípade silne kontinentálnej klímy hodnotu 100 (Verchojansk na Sibíri) (Sládek, 2004). Ďalším používaným indexom je tzv. miera kontinentality, ktorú zaviedol S.P. Chromov. Podobne tu pracuje s ročnou amplitúdou teploty vzduchu sledovaného územia a amplitúdou, ktorá by sa vyskytovala nad oceánom úplne zbaveným vplyvu pevniny („čisto oceánska amplitúda“) (Chromov, 1986). Z výpočtu miery kontinentality môžeme určiť vplyv pevniny na hodnotu ročnej amplitúdy teploty vzduchu. Centrálné časti oceánov majú index menší ako 10 %, v západnej Európe naberá hodnoty 50 až 75 % a v centrálnych oblastiach Ázie, Austrálie a v severnej Afrike presahuje hodnotu 90 % (Chromov, 1986). Podľa tohto indexu aj na silne oceánske podnebie vplýva kontinent viac ako oceán. Hodnoty v strednej Európe vychádzajú pomerne vysoké, okolo 80% (Kveták, 1982). Okrem týchto základných, bežne používaných indexov kontinentality sa používa množstvo iných prevažne odvodených, ale aj nanovo vypracovaných metód.

5.2. Charakter kontinentálneho podnebia

Kontinentálne podnebie v Európe je charakteristické vysokými ročnými amplitúdami teploty, ktoré sú spôsobené najmä silným poklesom teplôt v zime než vysokými letnými teplotami (Chromov, 1968). Amplitúdy sa zvyšujú smerom do vnútrozemia kontinentu a naberajú hodnoty od 10 do 45 °C. Jedným zo znakov kontinentálnej klímy je aj rozdelenie roka na 4 ročné obdobia. Keďže oceánsky vzduch sa nad pevninou postupne zbavuje vlhkosti, s rastúcou kontinentalitou sa silne redukuje aj úhrn zrážok. Ročne v kontinentálnych oblastiach naprší približne 300 až 500 mm. Čo sa týka výskytu búrok, tie sa tu prejavujú prevažne v teplom polroku. Nadmerné prehrievanie zemského povrchu totiž spôsobuje vznik výstupných prúdov a podporuje tvorbu jednoduchých konvektívnych oblakov, ktoré sa môžu postupne vyvinúť v oblaky búrkové. Priemerný počet búrkových dní sa v kontinentálnych oblastiach pohybuje od 20 až 30, v lokálne však toto číslo môže byť vyššie.

5.3. Charakter oceánskeho podnebia

Vhodným príkladom oceánskej klímy, používaným nielen v rámci Európy, je jej západné pobrežie. Ročné amplitúdy teploty sú väčšinou veľmi nízke, pohybujú sa pod 10 °C, v extrémnych prípadoch ani neprekračujú 0 °C. Zima a leto preto nie sú ostro vyhranené teplotami, ako to bolo v predchádzajúcom prípade. Veľká periodicita morských vzduchových hmôt spôsobuje dostatok a rovnomerné rozloženie zrážok v priebehu celého roka. Na rozdiel od kontinentálneho podnebia má oceánske menej príhodné podmienky pre vznik a výskyt búrok. Prejavujú sa hlavne v chladnom polroku, v dôsledku zvýšenej cirkulácie a prechodu zimných cyklón od Atlantického oceánu. Priemerný ročný počet búrkových dní zvyčajne nepresiahne 10.

6. Metódy práce

Pre moju diplomovú prácu som spracovala záznamy o výskyte dní s búrkou a búrok v závislosti od vzdialenosti od pozorovateľa, resp. stanice (blízka/na stanici, vzdialená, blýskavica) z 5 slovenských meteorologických staníc (Bratislava - Ivánka, Sliač, Poprad,

Košice, Lomnický štít) za obdobie od roku 1961 do 2007. V prípade oceánskej klímy sa mi aj napriek veľkej snahe (mojej aj vedúceho diplomovej práce, I. Sládka) podarilo zohnať údaje len z jednej reprezentatívnej stanice. Ide o írsku meteorologickú stanicu Valentia, v rámci ktorej som spracovala dáta rovnakého charakteru ako predchádzajúcich spomínaných staníc, a to za obdobie rokov 1961 až 2006.

6.1. Meteorologické stanice a dáta

Vybrané slovenské meteorologické stanice zastupujú kontinentálnu klímu, aj keď vplyv pevniny sa samozrejme zosilňuje ešte viac smerom do vnútrozemia európskeho kontinentu. Pre naše účely však môžeme oblasť Slovenska považovať v rámci Európy za územie s kontinentálnym podnebím. Spracovávané meteorologické stanice sa nachádzajú na letiskách, kde slúžia ako nevyhnutný zdroj presných meteorologických údajov pre leteckú dopravu. Boli vybraté účelne, pretože práve búrky sú z hľadiska leteckej dopravy významne sledovaným javom, a preto môžeme predpokladať, že záznam o výskyte búrok na týchto staniach je dostatočne presný a podrobný. Jedinou výnimkou je terénna stanica na Lomnickom štíte. Bola vybratá taktiež zámerne, keďže v nej vďaka jej jedinečnej polohe pôsobí stála meteorologická služba. Vybrané meteorologické stanice rovnako určitým spôsobom charakterizujú jednotlivé geografické oblasti Slovenska.

Dáta k týmto staniam som získala od SHMÚ, z pobočiek v Bratislave, Banskej Bystrici a v Košiciach. Najväčší problém predstavovali záznamy o počte búrok, ktoré SHMÚ nemá spracované v elektronickej podobe. Bolo ich preto nutné odpisovať ručne, z meteorologických výkazov jednotlivých staníc. Staršie údaje boli veľmi zle čitateľné, v niektorých prípadoch sa elektronický údaj nezhodoval s písomným záznamom, prípadne chýbali akékoľvek záznamy o výskyte búrkového dňa. Presnejšie informácie som preto musela dohľadať v zrážkomerných záznamoch. Kvalita záznamov o výskyte búrky je veľmi ovplyvnená pozorovateľom, tým skôr keď sa za jeden deň vyskytne viac búrok, kedy treba vziať do úvahy hneď niekoľko skutočností. Pri ich zapisovaní som rozlišovala, či búrka, ktorá je označená ako druhá, tretia či štvrtá búrku v poradí daného pozorovacieho dňa, nie je náhodou predchádzajúca búrka, ktorá sa vracia, prípadne znova zosilnela a pod. Pri rozhodovaní som sa riadila údajom o konci predchádzajúcej búrky, porovnaním ich smerov,

vzdialenosťou od stanice či charakterom prúdenia. Pokiaľ došlo k prelínaniu búrky medzi dvoma dňami, rozhodovala dĺžka búrky pred, resp. po polnoci. V niektorých prípadoch boli totiž za búrkový deň označené búrky, ktoré trvali 5-10 minút, pričom boli len pokračovaním búrky z predchádzajúceho dňa. Návod pre pozorovateľa meteorologických staníc pritom jasne stanovuje, že v prípade ak búrka trvá cez polnoc, v nasledujúcom dni sa eviduje pod rovnakým poradovým číslom (Fišák, 1994). Pokiaľ sa však v záznamoch nevyskytli všetky spomenuté údaje, musela som sa spoľahnúť na úsudok pôvodného pozorovateľa.

V rámci staníc reprezentujúcich oceánsku klímu som sa chcela zamerať na oblasť Veľkej Británie a Írska a vytipovala som si niekoľko meteorologických staníc. Podarilo sa mi kontaktovať Met Office (Britská meteorologická služba) aj Met Éireann (Írska meteorologická služba), mojej žiadosti o dáta však vyhovel len druhá zo spomínaných spoločností. Hlavným problémom boli príliš vysoké finančné požiadavky zo strany Veľkej Británie, napriek tomu, že ako študent mám podľa konvencie WMO (Svetovej meteorologickej organizácie) právo na bezplatný prístup k daným informáciám. Okrem toho väčšina staníc západnej Európy je dnes automatizovaná, takže záznamy o výskyte búrok sa získavajú z radaru ale sú o to menej podrobné. Na druhej strane Met Office na svojich internetových stránkach zverejňuje veľké množstvo veľmi užitočných meteorologických dát, okrem údajov o výskyte búrok, čo je možno na škodu.

Z írskej stanice Valentia mi boli poskytnuté údaje o všetkých meteorologických javoch zaznamenaných v jednotlivých dňoch číselným údajom 00 až 99 a návod s vysvetlivkami k jednotlivým údajom. Podľa neho som si vyhľadala čísla, ktoré zodpovedali výskytu búrky a následne zostavila tabuľku výskytu búrok a dní s búrkou na meteorologickej stanici Valentia.

6.2. Metódy spracovania dát

Súbor dát s búrkovými dňami a búrkami za obdobie rokov 1961-2007, resp. 2006 v prípade stanice Valentia, som najprv vyhodnotila na základe počtu búrok v oboch kategóriách. Na spracovanie dát som použila základné štatistické postupy: priemer hodnôt, medián – stredná hodnota, modus – najčastejšia hodnota, maximálna a minimálna hodnota, percentuálne zastúpenie hodnôt. Pre detailnejšie zobrazenie smerovania vývoja počtu búrok

som zobrazené hodnoty preložila krivkou lineárneho trendu. V ďalších súvisiacich analýzach som pracovala s mediánom ako so základnou štatistickou charakteristikou, pretože lepšie vystihuje strednú hodnotu. Výsledné údaje som zobrazila v podobe grafov a tabuliek.

Hlavnou časťou analýzy skúmaných dát bolo vymedzenie búrkovej, resp. letnej sezóny na základe výskytu búrkových dní. Na tento výpočet som použila metódu súčtových radov od I. Sládka. Na základe tejto metódy môžeme vymedziť trvanie určitých sezónnych javov, tzn. určiť ich začiatok a koniec. Metóda bola pôvodne vypracovaná pre určenie nástupu a ukončenia obdobia so zvolenými teplotami vzduchu (Sládek, 1989), na vymedzenie klimatických sezón na základe odlišných charakteristík, než konvenčne stanovené ročné obdobia. Doteraz bola metóda úspešne aplikovaná a overená v rámci kvantitatívnych aj kvalitatívnych javov v mnohých prácach, napr. Sládek, 1989; Sládek, 2006; Fiala, 2006; Sehnalová, 2007.

Prvým krokom na zostavenie súčtovej rady je stanovenie znaku a protiznaku v danej dátovej rade. Ich hodnota sa určí na základe výskytu kvantitatívneho alebo kvalitatívneho javu v každom dni, pričom znak a protiznak majú opačné znamienka. V prípade búrok, teda kvalitatívneho javu s nespojitým výskytom, bude znak predstavovať počet dní bez búrky, ktorý v sledovanom období pripadá na počet dní s búrkou a protiznak sa bude rovnať -1. Následne sa z kumulovaných hodnôt znakov a protiznakov vytvorí súčtová rada, ktorej krivka sa dá prehľadne zobraziť grafom (Príloha 1 až 6). Súčtová rada sa začína hodnotou znaku alebo protiznaku a končí vždy na nule, keďže absolútne hodnoty súčtu znakov a protiznakov sú si rovné. Prevládanie znakov vyjadruje vzostup, a naopak prevládanie protiznakov pokles krivky. Veľmi dôležité je správne si zvoliť počiatok súčtovej rady, v závislosti od sledovaných javov. Napr. pokiaľ je naším zámerom zistenie nástupu a ukončenia zimného obdobia na základe prevládajúcich denných teplôt, výhodnejšie je začať s kumulovaním hodnôt už od júla či júna, v závislosti na polohe a prírodných podmienkach sledovaného miesta. V zostrojenej súčtovej rade sa striedajú lokálne maximá s lokálnymi minimami, na základe ktorých je možné vymedziť obdobie nástupu, ukončenia a trvania daného javu. V prípade búrkovej sezóny, čiže obdobia s prevažujúcimi kladnými hodnotami, za jej začiatok označujeme deň po lokálnom minime, za koniec lokálne maximum. Pokiaľ potrebujeme zobraziť obdobie s prevahou záporných hodnôt, napr. mrazové obdobie, je postup opačný – začína sa deň po lokálnom maxime a končí lokálnym

minimum. V procedúre vyhľadávania maxim, resp. mínim v súčtovej rade musíme vždy určiť dvojicu lokálnych extrémov, ktorých poradie sa líši od charakteru úseku (tzn. vzostup alebo pokles), pričom smerodajný je ich rozdiel, ktorý je najväčší zo všetkých rozdielov lokálnych extrémov v danom dátovom súbore. Následne k takto vymedzeným maximám a minimám priradíme konkrétne kalendárne hodnoty, ktoré ďalej štatisticky spracovávame. Najvýstižnejšie pomocou už spomínaného mediánu, ktorý realistickejšie zobrazuje stredné hodnoty dátovej rady. Samotným prvotným cieľom tejto metódy bolo vyhnúť sa konvenčnému určovaniu období a sezón na základe priemerných hodnôt, či už teplôt, zrážok a ďalších meteorologických prvkov. Vymedzenie sezón týmto spôsobom zodpovedá realite, keďže priemerné hodnoty môžu byť v určitých prípadoch zaťažené extrémami. Konkrétny postup pri určovaní búrkovej sezóny je bližšie vysvetlený v kapitole č. 9.

Okrem vymedzenia búrkovej sezóny som pomocou stanovenia jej začiatku a konca vypočítala aj jej trvanie v jednotlivých rokoch a v celom sledovanom období. Výsledky som pre jednotlivé stanice zobrazila do grafov a preložila krivkou 5-ročného kĺzavého priemeru, ktorý prehľadnejšie vyjadruje vývoj dĺžky sezóny, prípadne jej ďalší trend.

7. Základné podnebné charakteristiky skúmaných meteorologických staníc

Každá z piatich vybraných staníc charakterizuje určitú geografickú aj podnebnú oblasť Slovenska. Obrázok č. 2 zobrazuje sieť pozemných synoptických staníc na Slovensku, ktoré sa ďalej podľa svojho umiestnenia a druhu činnosti delia na letecké, terénne a meteorologické stanice jadrovo-energetického zabezpečenia. Z 33 profesionálnych staníc je 11 plne automatizovaných. Skúmané stanice sú označené žltým krúžkom a tabuľka č. 1 prehľadne sumarizuje ich základné údaje, spolu s údajmi o írskej stanici Valentia-

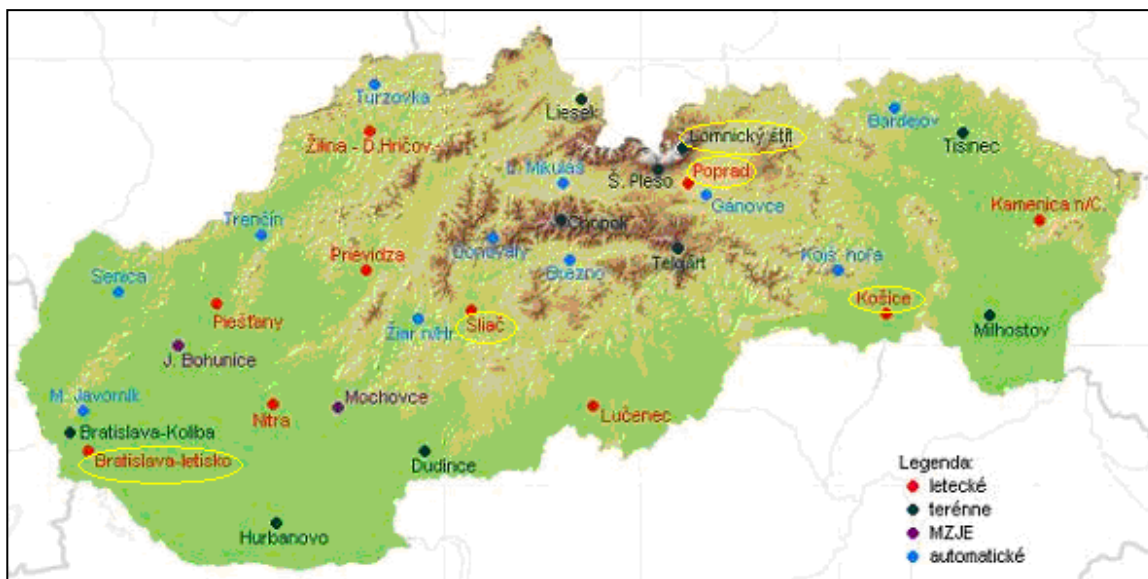
Tabuľka č. 1: Základné údaje skúmaných meteorologických staníc

Názov stanice	Zemepisná šírka	Zemepisná dĺžka	Nadmorská výška	Typ stanice
Košice - letisko	48°40'N	21°13'E	230 m	letecká
Poprad - letisko	49°04'N	20°15'E	694 m	letecká
Sliač - letisko	48°39'N	19°09'E	314 m	letecká
Bratislava - letisko	48°12'N	17°12'E	132 m	letecká
Lomnický štít	49°12'N	20°13'E	2634 m	terénna
Valentia	51°56'N	10°14'W	11 m	-

Zdroj dát: <http://www.shmu.sk>; <http://www.met.ie/>

Úprava: J. Kontrošová

Obrázok č. 2: Mapa meteorologických staníc na Slovensku



Zdroj: <http://www.shmu.sk>

Uprava: J. Kontrošová

Bratislava Ivánka – letecká stanica

Bratislavská stanica leží v nadmorskej výške 132 m n.m., a je aj najnižšie položenou zo slovenských skúmaných staníc. Zastupuje južnú časť Slovenska, presnejšie oblasť Podunajskej nížiny, pre ktorú je charakteristická teplá a suchá klíma. Na podnebie Bratislavy však vplýva aj výbežok Malých Karpát, preto ju síce radíme do teplej, ale mierne vlhkej klimatickej oblasti. Priemerný ročný počet letných dní (maximálna teplota vzduchu nad 25 °C) v tejto oblasti prekračuje 50, priemerná ročná teplota vzduchu sa pohybuje v rozmedzí 8 až 10 °C a ročný úhrn zrážok zodpovedá 550 až 750 mm. Južná oblasť Slovenska má aj veľa teplotných rekordov, konkrétne v Bratislave bola v roku 1992 zaznamenaná najvyššia priemerná ročná teplota vzduchu 12 °C (Čeman a kol., 2003). Podľa Gorzynského indexu má v Bratislave stupeň kontinentality hodnotu 28,2, Chromovova miera kontinentality zodpovedá 81 % (Kveták, 1982).

Obrázok č. 3: Meteorologická stanica Bratislava - Ivánka



Zdroj: <http://www.shmu.sk>

Sliač - letecká stanica

Meteorologickú stanicu na letisku v Sliači som navštívila osobne. Pôvodná stanica Tri duby – letisko bola založená v roku 1945, kvôli vojnovým udalostiam bolo však jej pozorovanie prerušené. Od 1.4.1960 funguje ako stanica Sliač letisko. Nachádza sa v nadmorskej výške 314 m n.m., v rovinatej časti Zvolenskej kotliny obklopenej Kremnickými vrchmi,

Nízkymi Tatrami, Poľanou a Javorím. Táto geografická poloha stanice by mohla tiež pozitívne vplývať na výskyt búrok, keďže tie sa v oblastiach, kde sa striedajú vrchy a kotliny, vyskytujú častejšie. Sliač leží na pomedzí teplej a mierne teplej klimatickej oblasti Slovenska. Priemerná ročná teplota v tejto oblasti sa pohybuje v rozmedzí 4 až 8 °C, priemerný ročný úhrn zrážok 800 až 1200 mm (Čeman a kol., 2003). Z pohľadu kontinentality sa v porovnaní z Bratislavou indexy mierne zvyšujú, Gorczyňského na 29,7 a Chromovov na 82 % (Kveták, 1982).

Obrázok č. 4: Meteorologická stanica
Sliač - letisko



Zdroj: <http://www.shmu.sk>

Poprad – letecká stanica

Popradská stanica sa nachádza v podhorí Vysokých Tatier v nadmorskej výške 694 m n.m. Toto pohorie bude určite významne vplývať na tunajší výskyt búrok. Stanica leží na pomedzí mierne teplej až chladnej klimatickej oblasti. Charakterizuje ju priemerná ročná teplota -3 až +4 °C a priemerný ročný úhrn zrážok 1300 až 2000 mm (Čeman a kol., 2003). Gorczyňského index kontinentality tu Kveták

Obrázok č. 5: Meteorologická stanica
Poprad - letisko



Zdroj: <http://www.shmu.sk>

vypočítal na 25,7 a Chromovovu mieru kontinentality na 80 % (Kveták, 1982). Nižšie hodnoty napovedajú väčšiemu vplyvu oceánity než na predchádzajúcich meteorologických staniciach.

Košice – letecká stanica

Košice zastupujú región východného Slovenska, nachádzajú sa v Košickej kotline, ktorú obklopujú Slovenský kras Volovské vrchy, Čierna hora či Slanské vrchy. Poloha stanice bude evidentne podporovať výskyt búrok, okrem toho je to najvýchodnejšia zo súboru skúmaných staníc a má najvyššie hodnoty indexov kontinentality – Gorczyńskiego 30,3;

Chromovov 82 % (Kveták, 1982). Meteorologická stanica sa nachádza v nadmorskej výške 230 m n.m., v teplej, mierne vlhkej klimatickej oblasti. Podnebné charakteristiky sú podobné charakteristikám meteorologickej stanice na bratislavskom letisku.

Obrázok č. 6: Meteorologická stanica
Košice - letisko

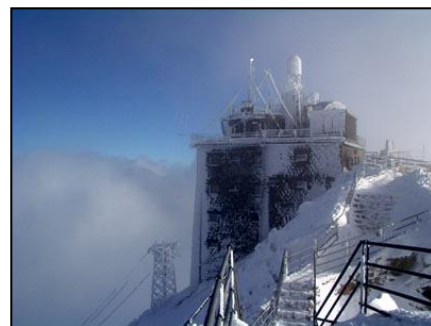


Zdroj: <http://www.shmu.sk>

Lomnický štít – terénna stanica

Meteorologická stanica Lomnický štít sa nachádza v nadmorskej výške 2634 m n.m., priamo pod vrcholom vysokotatranského štítu. Vysoké Tatry sú charakteristické pestrosťou teplotných pomerov čomu prispieva rôzna nadmorská výška a expozícia terénu. Práve relatívne prevýšenie stanice súvisí so znížením teploty vzduchu voči okoliu o 5 až 10 °C. V priemere sa tu za rok vyskytne až 200 mrazových dní (minimálna teplota vzduchu pod 0 °C) a snehová pokrývka tu vydrží od novembra až do apríla. Typické pre Lomnický štít sú inverzné situácie, kedy kvôli extrémne

Obrázok č. 7: Meteorologická stanica
Lomnický štít



Zdroj: <http://www.shmu.sk>

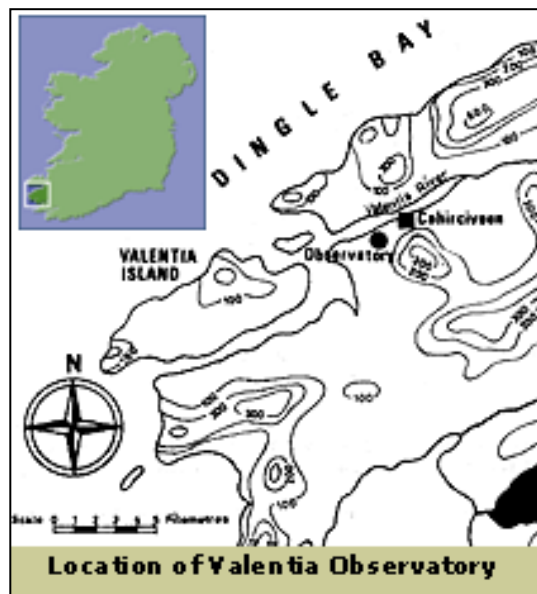
stabilným podmienkam zvrstvenia vzduchu nedochádza k takmer nijakému vertikálnemu premiešavaniu. Inverzie sa vyskytujú prevažne v januári. Vtedy sa podhorí Tatier drží inverzná vrstevnatá oblačnosť a naopak vo vyššej nadmorskej výške v horách je slnečno a jasno. Svojou polohou zodpovedá stanica horskej studenej klimatickej oblasti. Priemerná teplota vzduchu dosahuje na Lomnickom štíte $-3,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, pričom najchladnejší mesiac je február ($-12\text{ }^{\circ}\text{C}$) a najteplejší júl ($4,2\text{ }^{\circ}\text{C}$). Priemerný ročný úhrn zrážok predstavuje 1561mm (Čeman a kol., 2003). Zo všetkých skúmaných staníc aj v rámci celého Slovenska má Lomnický štít najoceánskejšie podnebie. Z hľadiska kontinentality udáva Gorczyńského index hodnotu 13,3 a Chromovova mieru kontinentality 73 % (Kveták, 1982). Na tieto nižšie hodnoty v porovnaní s ostatnými stanicami výrazne vplýva nadmorská výška stanice. Všeobecne sú vysokotatranské oblasti vo väčšej miere ovplyvňované oceánskymi vzdušnými masami, na ktoré vo vysokých nadmorských výškach nepôsobí pevnina v rovnakej miere ako na kotlinové alebo nížinné oblasti.

Valentia

Jediného zástupcu oceánskej klímy, meteorologickú stanicu Valentia, veľmi výrazne ovplyvňuje Atlantický oceán. Bola založená už v roku 1860. Nachádza v nadmorskej výške 11 m n.m., 1 km od mesta Cahirciveen, v ústí rieky Feartha. Pôvodne však bola stanica umiestnená na ostrove Valentia, odtiaľ pochádza aj jej súčasný názov. Okrem štandardného prízemného merania meteorologických prvkov a merania vo voľnej atmosfére, slúži stanica aj na monitorovanie ozónu, geomagnetizmu, seizmickej aktivity, solárnej radiácie a celkový environmentálny monitoring. Na podnebie

oblasti silne vplýva oceán, ročné obdobia sú veľmi málo výrazné, skôr môžeme rozlišovať chladnejšiu/vlhkejšiu a teplejšiu/suchšiu časť roka. V rámci oceánskeho podnebia by sa teda mali aj búrky vyskytovať skôr v zimnom období, aj keď sa ich vytvára podstatne menej ako

Obrázok č. 8: Poloha meteorologickej stanice Valentia



Zdroj: [http:// www.met.ie/](http://www.met.ie/)

v prípade kontinentálnej klímy. Priemerná ročná teplota zaznamenaná na stanici je 10,4 °C a priemerný ročný úhrn zrážok predstavuje 1430 mm (Met Éireann). Gorczynského index kontinentality v tejto oceánskej klíme vychádza na 8,3 a Chromovova miera kontinentality na 29 %.

8. Režim výskytu búrok

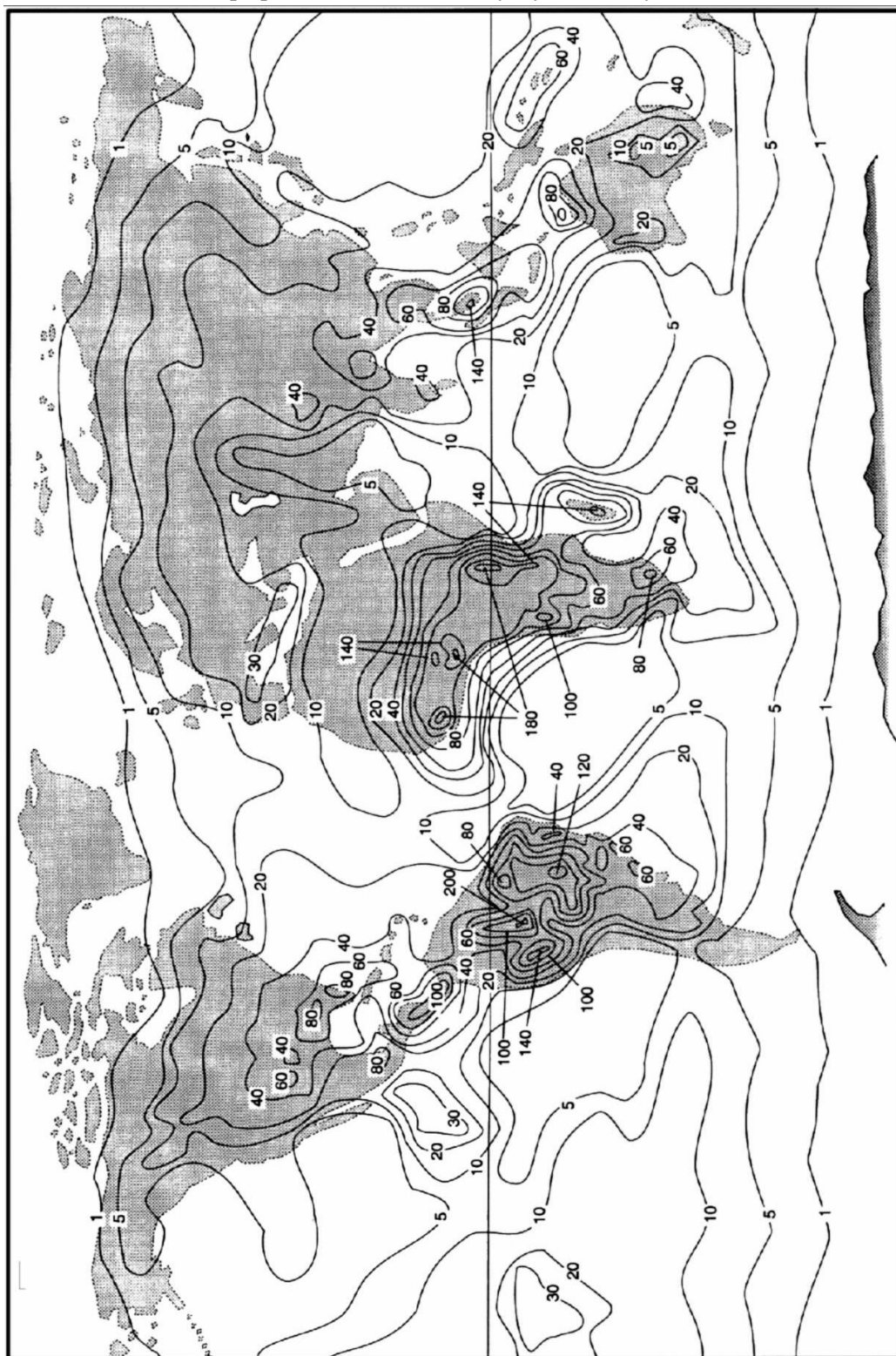
V tejto kapitole sa budem bližšie zaoberať výskytom búrok a búrkových dní vo svete, v Európe a na Slovensku.

8.1. Svet

Na Zemi sa počas roka vyskytne až 16 miliónov búrok, pričom na každý km² zemského povrchu pripadajú 2 až 3 údery blesku ročne (Hlaváč, 1968). Toto množstvo nie je distribuované rovnomerne, čoho dôkazom je aj mapa rozloženia výskytu búrkových dní v rôznych častiach sveta (obr.č. 9). Počet búrok klesá smerom k pólom, spolu so znižovaním intenzity slnečného žiarenia a obsahu vodných pár, pričom nad kontinentmi sa vyskytujú častejšie než nad oceánmi. Najviac búrok sa vyskytuje v rovníkových oblastiach, ktoré majú najvhodnejšie podmienky pre termickú konvekciu a vysoký obsah vodných pár v ovzduší. V týchto oblastiach sa priemerne ročne vyskytne 100 až 180 dní s búrkou. V tropických a subtropických oblastiach sa najviac búrok vyskytuje v čase najsevernejšej, resp. najjužnejšej polohy zóny tropickej konvergencie, v období dažďov v danej oblasti, 40 až 80 ročne. V miernych zemepisných šírkach sa počty búrkových dní pohybujú v priemere od 10 do 30 za rok. V Arktíde môžeme búrky pozorovať len veľmi zriedka, pri vpádoch teplých vzdušných prúdov z Atlantického oceánu a v Antarktíde sa nevyskytujú vôbec.

Okrem priemerného ročného výskytu búrkových dní v jednotlivých klimatických oblastiach, ktorý znázorňuje obr. č. 9, môžeme na Zemi vymedziť geograficky menšie územia s oveľa vyššími priemernými výskytmi búrkových dní. Ide o 6 tzv. búrkových ohnísk: Jáva - 220 dní, rovníková Afrika - 150 dní, južné Mexiko – 142 dní, Panama – 132 dní, stredná Brazília – 106 dní a Madagaskar – 95 dní.

Obrázok č. 9: Mapa priemerného ročného výskytu búrkových dní vo svete



Zdroj: <http://moonraker.com.au/>

V rovníkovej Afrike, konkrétne na meteorologickej stanici Kampala v Ugande bol v roku 1952 zaznamenaný svetový rekord, bolo to 242 búrkových dní (Hlaváč, 1968).

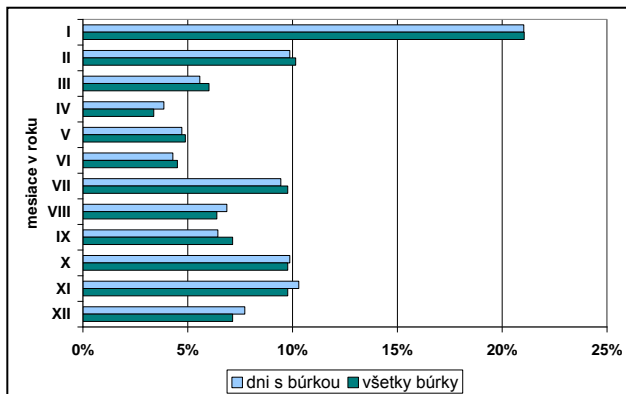
V dôsledku antropogénnej činnosti dnes môžeme pozorovať častejšie a intenzívnejšie búrky v priemyselných oblastiach. Dochádza tu totiž k veľkej dodávke tepla do atmosféry (Červený, 1986) a nečistoty v ovzduší taktiež pozitívne vplyvajú na vznik kondenzačných jadier.

8.2. Európa

Na európskom kontinente rastie počet búrok od severu k juhu a od západu k východu smerom do vnútrozemia, čiže na ich výskyt významne vplýva vzdialenosť od Atlantického oceánu. Svoju úlohu v tomto rozložení však zohráva aj tvar terénu, ktorý podporuje tvorbu a udržiavanie teplotných rozdielov v susedných vzduchových hmotách a nadmorská výška (Hlaváč, 1986). Západná časť Európy je teda na búrky o niečo chudobnejšia, na rozdiel od kontinentálnejších oblastí tu však prevažujú zimné búrky. Z nasledujúcich dvoch grafov, ktoré znázorňujú počet búrkových dní a počet búrok v jednotlivých mesiacoch, resp. ročných obdobiach na írskej meteorologickej stanici Valentia, jasne vidieť trend prevládania búrok v januári (21 %), resp. v zimnom období (39 %) (graf č.1 a 2).

Počas roka sa vo Valentii vyskytne len 4 až 5 búrok, pričom za 46 rokov sa ich najviac (11) vyskytlo v roku 1995 a najmenej (1) hneď niekoľkokrát, čo dokladá tab. č. 2.

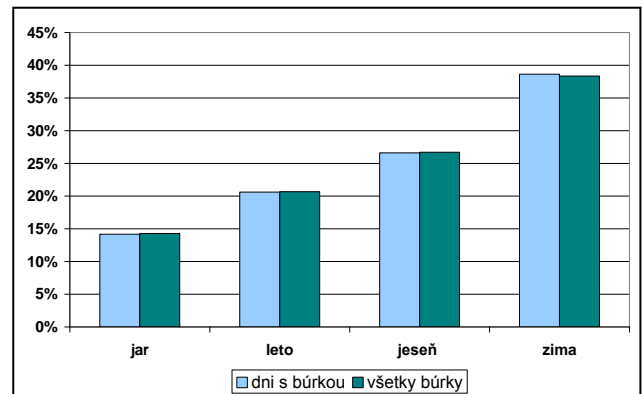
Graf č. 1: Percentuálne rozdelenie počtu dní s búrkou a búrok v priebehu roka (Valentia; 1961-2006)



Zdroj dát: Met Éireann

Autor: J. Kontrošová

Graf č. 2: Percentuálne rozdelenie počtu dní s búrkou a búrok počas ročných období (Valentia; 1961-2006)



Zdroj dát: Met Éireann

Autor: J. Kontrošová

Rozdelenie tohto počtu v priebehu sledovaného obdobia a v priebehu jednotlivých mesiacov znázorňujú grafy č. 3 a 4.

Tabuľka č. 2: Základná štatistika počtu dní s búrkou a búrok (Valenia; 1961-2006)

Počet búrok	Celkový počet	Medián	Priemer	Modus	Maximum (rok)	Minimum (rok)
Deň s búrkou	219	4	4,76	4	11 (1995)	1 (1969, 1979, 1981, 2003)
Všetky búrky	246	5	5,35	4	15 (1995)	1 (1969, 1979, 1981)

Búrky nie sú vo Valentii veľmi častým javom a trend ich počtu signifikantne nerastie

ani neklesá. Trendová krivka

naznačuje len nepatrný

pokl

es.

Rozl

ožen

ie

výsk

ytu

dní

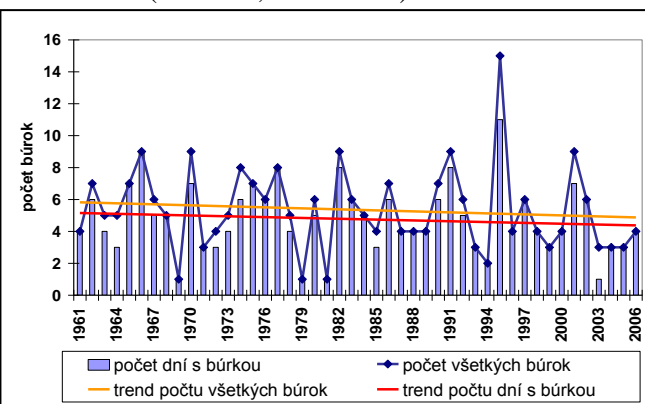
s búr

kou

Zdroj dát: Met Éireann

Autor: J. Kontrošová

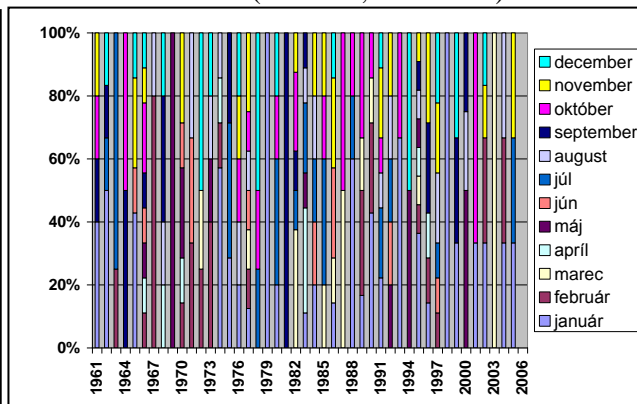
Graf č. 3: Trend počtu dní s búrkou a búrok (Valenia; 1961-2006)



Zdroj dát: Met Éireann

Autor: J. Kontrošová

Graf č. 4: Rozdelenie počtu dní s búrkou v jednotlivých mesiacoch (Valenia; 1961-2006)



Zdroj dát: Met Éireann

Autor: J. Kontrošová

v rámci jednotlivých mesiacov je typické pre oceánsku klímu, kedy prevládajú búrky v zimných mesiacoch. V 70. rokoch sa búrky okrem januára vyskytovali častejšie aj decembri a februári, v 80. rokoch sa dá pozorovať častý výskyt búrok v letných mesiacoch a v októbri. Roky kedy prevláda len jeden mesiac (1981 alebo 2003) sú väčšinou rokmi, kedy sa na stanici za celý rok vyskytla len jedna búrka.

Pre porovnanie v Českej republike sa ročne vyskytne v priemere 24 búrkových dní. Najmenej je to v Havlíčkovom Brode, 16,3 dňa, najviac na Milešovke a v Jablonci nad Nisou, 33,1 dňa (Hlaváč, 1968). P. Sehnalová vo svojej bakalárskej práci spracovala výskyt búrkových javov pre 6 meteorologických staníc od roku 1961 až 2006. Najviac sa ich

vyskytlo na stanici Churáňov (1964), najmenej v Karlových Varoch (1262), pričom najväčší počet dní s búrkovou činnosťou bol na staniaciach zaznamenaný v roku 2002 (povodne v ČR). Čo sa týka rozdelenia búrok v rámci jednotlivých mesiacov, najčastejšie sa vyskytujú v júni, v júli a v auguste (Sehnalová, 2007).

8.3. Slovensko

Búrky sa na území Slovenska tvoria najčastejšie medzi 14. až 16. hodinou, súvisí to s najvyššou teplotou, výparom, konvekciou a s tým spojeným tvorením búrkových oblakov. Najmenej ich vzniká okolo 8. – 9. hodiny ráno (Červený, 1984). Početnosť a intenzita búrok závisí od synoptickej situácie, ročného obdobia, atmosférických podmienok, pôvodu vzduchovej hmoty, polohy tlakových útvarov a prítomnosti alebo prechodu front.

V priemere sa na celom území Slovenska vyskytne 25 až 30 búrkových dní. Najmenej je to v Lučenci a Malackách – 21,2; najviac vo Zvolene, vo Vysokých Tatrách a v Karpatoch – 34 (Hlaváč, 1968). Počet búrkových dní a ich základnú štatistiku zo sledovaných meteorologických staníc znázorňuje tabuľka č. 3. Slovenské stanice sú tu pre lepšie porovnanie kontinentálneho a oceánskeho podnebia z pohľadu počtu búrok doplnené o rovnakú štatistiku írskej Valentie. Za búrkový deň je tu rátaný deň s výskytom blízkej alebo vzdialenej búrky, preto je najvyšší celkový počet búrok, ktorý sa vyskytol na košickej meteorologickej stanici nižší, než v prípade českej stanice Churáňov, kde autorka pracovala so všetkými búrkovými javmi. Rozloženie tohoto počtu na Slovensku súhlasí s výsledkami Kvetáka a hodnotami kontinentality v slovenských regiónoch (Kveták, 1982). Najviac sa ich vyskytlo na košickej stanici (1641), počet postupne klesá smerom na západ (Bratislava – 1288), najmenej ich zaznamenali na Lomnickom štíte (1239), ktorý je najoceánskejší zo sledovaných staníc. Za rok sa na staniaciach zvyčajne vyskytne 26 až 33 dní s búrkou, v prípade priemerných hodnôt je toto číslo o niečo vyššie, čo poukazuje na extrémny v dátovom súbore. Rokom s najvyšším počtom búrkových dní bol na väčšine staníc rok 1975, absolútne ročné maximum však bolo dosiahnuté v roku 1963 na Sliači – 59 dní s búrkou. Naopak najmenej početné boli búrkové dni v roku 2005. Absolútne ročné minimum, 14 dní s búrkou bolo zaznamenaných na Lomnickom štíte v roku 1980. V prípade údajov z írskej

stanice Valentia vidíme priepastné rozdiely, ktoré súvisia s polohou staníc, so vzdialenosťou od oceánu, a teda s kontinentalitou.

Tabuľka č. 3: Základná štatistika počtu dní s búrkou (slovenské stanice a Valentia; 1961-2007)

Počet dní s búrkou	Košice	Poprad	Sliač	Bratislava	Lomnický štít	Spolu	Valentia
Celkový počet	1641	1568	1503	1288	1239	7239	219
Medián	33	32	31	28	26	154	4
Priemer	34,91	33,36	31,98	27,40	26,36	154,00	4,76
Modus	32	36	33	29	22	146	4
Maximum (rok)	54 (1975)	55 (1972)	59 (1963)	40 (1975)	43 (1975)	243 (1975)	11 (1995)
Minimum (rok)	24 (1991)	19 (2005)	18 (2005)	16 (2005)	14 (1980)	96 (2005)	1 (1969, 1979, 1981, 2003)

Zdroj dát: SHMÚ, Met Éireann

Autor: J. Kontrošová

Tabuľka č. 4: Základná štatistika búrok (slovenské stanice a Valentia; 1961-2007)

Počet búrok	Košice	Poprad	Sliač	Bratislava	Lomnický štít	Spolu	Valentia
Celkový počet	2638	2515	2100	1890	1927	11070	246
Medián	57	53	42	39	39	236	5
Priemer	56,13	53,51	44,68	40,2	41,00	232,00	5,35
Modus	61	53	34	36	32	215	4
Maximum (rok)	89 (1975)	79 (1975)	83 (1975)	63 (1994)	71 (1971)	373 (1975)	15 (1995)
Minimum (rok)	33 (1991)	30 (1971)	20 (2005)	20 (1980)	22 (2005)	133 (2005)	1 (1969, 1979, 1981)

Zdroj dát: SHMÚ, Met Éireann

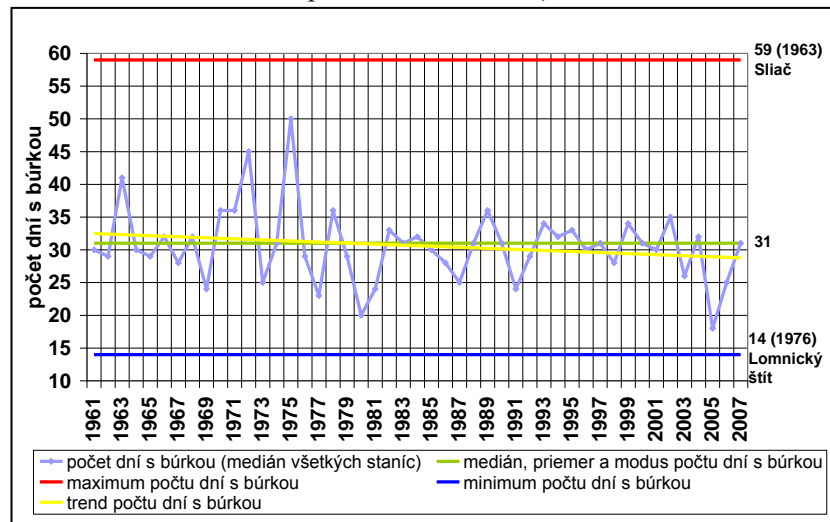
Autor: J. Kontrošová

Čo sa týka počtu búrok, základná štatistika je podobná dňom s búrkou (tab. č. 4). Najmenej búrok sa však vyskytlo v Bratislave (1890), pričom aj absolútne ročné minimum (20) pripadá na Bratislavu, resp. Sliač (1980 resp. 2005). Najviac búrok bolo zaznamenaných na košickej stanici, či už v celkovom počte (2638), alebo v maximálnom ročnom počte (89 v roku 1975).

Hodnoty pre celé Slovensko vypočítané na základe mediánu zo všetkých staníc predstavuje graf č. 5. Obyčajne sa na Slovensku vyskytne 31 dní s búrkou. Zaujímavé je, že

aj ďalšie dve charakteristiky stredných hodnôt – priemer a modus majú rovnaký výsledok. Najviac dní s búrkou bolo zaznamenaných v 60 a 70. rokoch, kedy ich počet niekoľko krát prekročil hodnotu 40. V súčasnosti má počet búrkových dní klesajúci charakter a medziročne osciluje okolo hodnoty 30. Celkovo má počet búrkových dní za 47 rokov klesajúci trend.

Graf č. 5: Základná štatistika počtu dní s búrkou (slovenské stanice; 1961-2007)



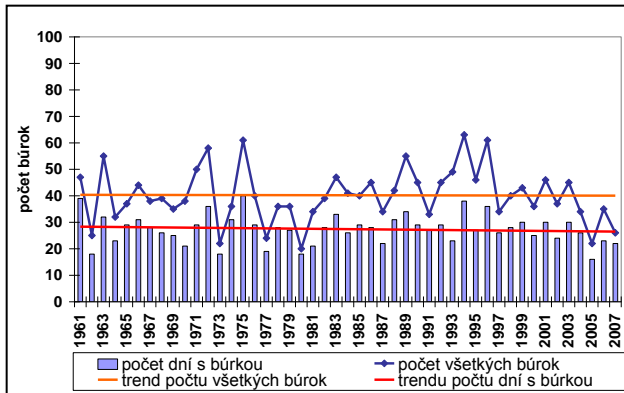
Zdroj dát: SHMÚ

Autor: J. Kontrošová

Poznámka: počet dní s búrkou bol vypočítaný z mediánov všetkých staníc za celé sledované obdobie; maximum resp. minimum počtu dní s búrkou zobrazuje najvyššiu resp. najnižšiu hodnotu dosiahnutú na konkrétnej meteorologickej stanici v konkrétnom roku za celé sledované obdobie.

Grafy č. 6 až 10 znázorňujú rozloženie počtu dní s búrkou a búrok a ich vývojový trend na všetkých slovenských staniciach zvlášť. Najviac vyrovnaný medziročný chod môžeme v prípade oboch sledovaných kategórií pozorovať v Bratislave. Počet dní s búrkou má na všetkých sledovaných staniciach veľmi miernu klesajúcu tendenciu, v prípade Sliaču je zakrivenie nadol výraznejšie. Väčšie rozdiely môžeme pozorovať vo výskyte a vývojovom trende počtu búrok. V jednotlivých rokoch značne kolíše hlavne v Poprade a v Košiciach. Celkovo je tendencia klesajúca na Sliači a v Košiciach, pričom na Lomnickom štíte klesá počet búrok len nepatrne a stúpajúci trend je badať len na popradskej meteorologickej stanici.

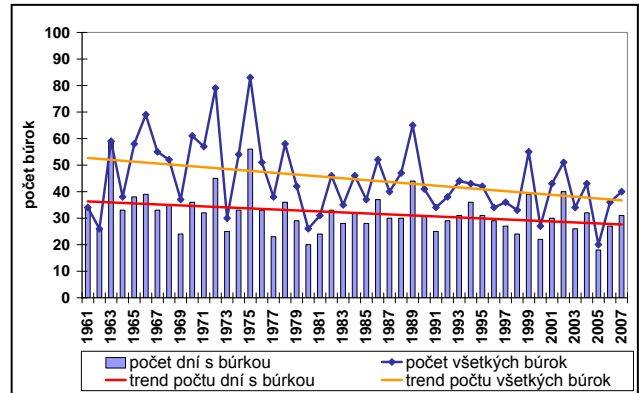
Graf č. 6: Trend počtu dní s búrkou a búrok
(Bratislava; 1961-2007)



Zdroj dát: SHMÚ

Autor: J. Kontrošová

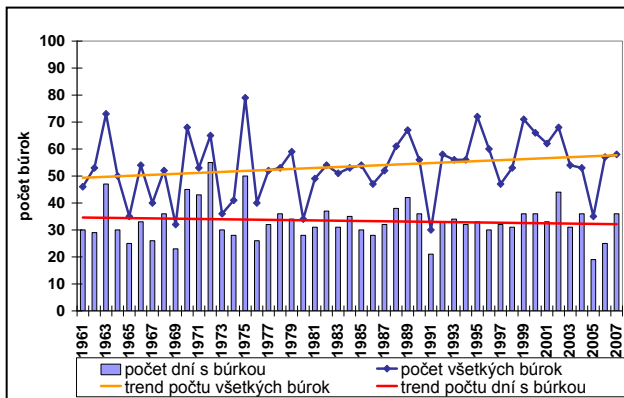
Graf č. 7: Trend počtu dní s búrkou a búrok
(Sliač; 1961-2007)



Zdroj dát: SHMÚ

Autor: J. Kontrošová

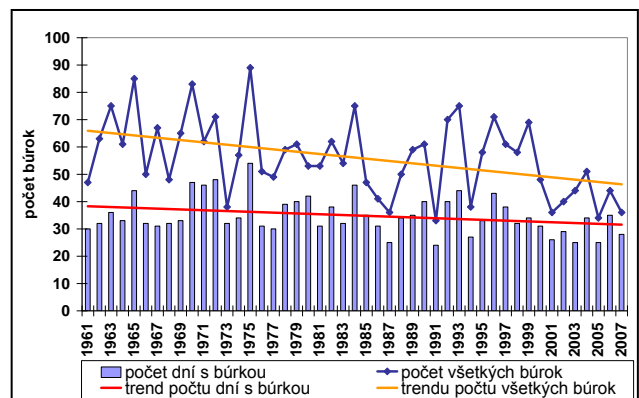
Graf č. 8: Trend počtu dní s búrkou a búrok
(Poprad; 1961-2007)



Zdroj dát: SHMÚ

Autor: J. Kontrošová

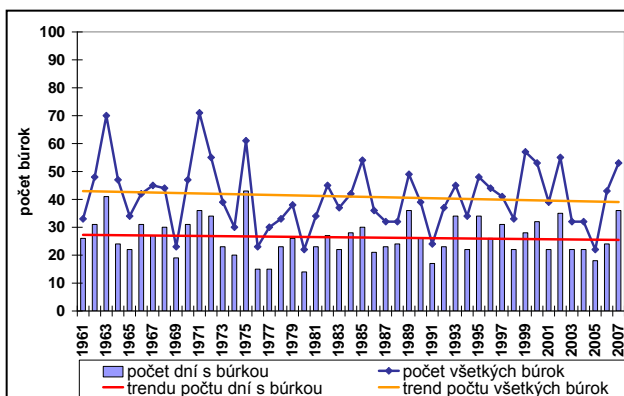
Graf č. 9: Trend počtu dní s búrkou a búrok
(Košice; 1961-2007)



Zdroj dát: SHMÚ

Autor: J. Kontrošová

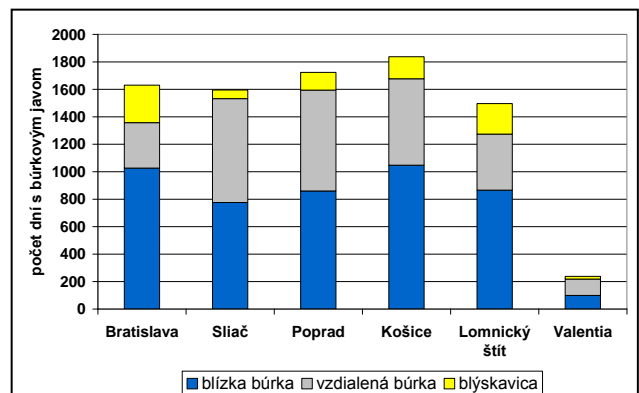
Graf č. 10: Trend počtu dní s búrkou a búrok
(Lomnický štít; 1961-2007)



Zdroj dát: SHMÚ

Autor: J. Kontrošová

Graf č. 11: Počet búrkových javov v závislosti od
miesta pozorovateľ (slovenské stanice
a Valentia; 1961-2006/2007)



Zdroj dát: SHMÚ, Met Éireann

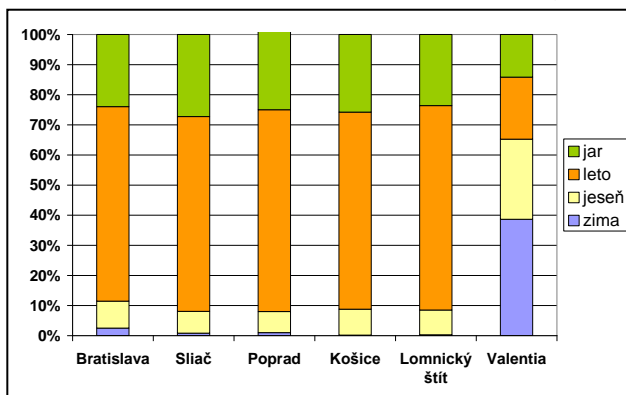
Autor: J. Kontrošová

J. Pecha v podobnej analýze zistil klesajúci trend počtu búrkových dní v Bratislave a na Sliači, stúpajúci v Poprade a v Košiciach a stabilný a Lomnickom štíte (Pecha, 2005). Spracovával však dáta od už roku 1951, čo je pravdepodobnou príčinou rozdielneho výsledku. Záznamy o výskyte dní s búrkou z tohoto obdobia však pravdepodobne nebudú dosť kvalitné a smerodajné.

Výskyt búrok môžeme sledovať aj v rámci druhu búrkového javu, tzn. blízka búrka, vzdialená búrka a blýskavica, na staniciach. Toto rozloženie na slovenských meteorologických staniciach a porovnanie s írskou Valentiou znázorňuje graf č. 11. V Košiciach, v Bratislave a na Lomnickom štíte blízke búrky jasne prevyšujú počet ostatných búrkových javov. V prípade Sliaču a Popradu je počet blízokých a vzdialených búrok vyrovnaný, rovnako ako aj vo Valentii. Čo sa týka dlhodobého vývoja, na Sliači dokonca v posledných rokoch počet vzdialených búrok prevyšuje počet búrok blízokých. Veľmi nízky počet blýskavíc bol taktiež zaznamenaný na sliačskej stanici, naopak najviac sa ich vyskytuje v Bratislave a na Lomnickom štíte, čo najviac súvisí s polohou tejto horskej stanice.

Z pohľadu prerozdelenia počtu búrok na Slovensku medzi jednotlivými mesiacmi, sa ich najviac vyskytuje v júli (28 %), v máji (24 %), v júni (22 %) a v auguste (17 %). Na pozorovaných staniciach najväčší podiel búrkových dní pripadá na jún (21 %), za ním nasleduje júl, august a máj (20 %, 17 %, 16 %). Pôvodne som zamýšľala použiť grafy rozloženia búrkových dní v jednotlivých mesiacoch počas celého sledovaného obdobia pre každú meteorologickú stanicu zvlášť, podobne ako v prípade stanice Valentia (graf č. 4).

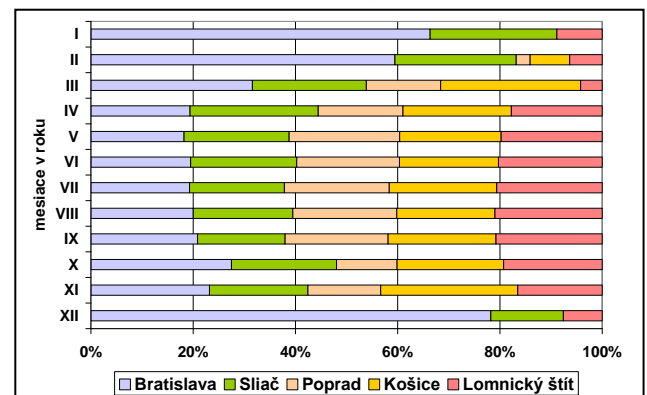
Graf č. 12: Percentuálne rozdelenie počtu dní s búrkou počas ročných období (slovenské stanice a Valentia; 1961-2006/2007)



Zdroj dát: SHMÚ, Met Éireann

Autor: J. Kontrošová

Graf č. 13: Podiel meteorologických staníc na počte dní s búrkou v jednotlivých mesiacoch (slovenské stanice; 1961-2007)



Zdroj dát: SHMÚ

Autor: J. Kontrošová

Výsledky sa však nijako významne neodlišovali od celkového trendu ani na jednej zo staníc, preto som od svojho zámeru upustila. Pre lepšiu predstavu rozloženia dní s búrkou počas ročných období som spolu so slovenskými meteorologickými stanicami zobrazila aj írsku stanicu Valentia (graf. č. 12). Prevaha letných búrok na Slovensku je zjavná, rovnako aj prevaha zimných búrok vo Valentii, aj keď tu je rozdiel oproti ostatným ročným obdobiam menej výrazný. Podiel staníc na počte búrkových dní v jednotlivých mesiacoch dokladá graf č. 13. Zaujímavá je prevaha bratislavskej stanice v zimných mesiacoch, pričom v Košiciach a v Poprade nebola v januári ani v decembri zaznamenaná ani jedna búrka za celé sledované obdobie.

9. Využitie metódy súčtových radov

Princíp postupu spracovania dát pomocou metódy súčtových radov bol podrobne vysvetlený v podkapitole 6.2. Metódy spracovania dát. V úvode tejto kapitoly sa preto zameriame na jej konkrétne použitie v prípade vymedzenia búrkovej sezóny.

Protiznakom v danom súbore dát bude -1 pre každý deň bez výskytu búrky. Znak určíme zvlášť pre všetky meteorologické stanice na základe nasledujúceho vzorca:

$$Z = (a - b) / b$$

a - počet dní v období rokov 1961 – 2007

b - počet dní s búrkou v období rokov 1961–2007

Tabuľka č. 5: Počet dní bez búrky
pripadajúci na 1 deň s búrkou
(slovenské stanice a Valentia;
1961-2006/2007)

Týmto výpočtom získame údaj o tom, koľko dní

bez búrky pripadá na jeden deň s búrkou. Hodnoty jednotlivých staníc sú zobrazené v tabuľke č.5 Počet dní bez búrky jasne znázorňuje nárast vplyvu kontinentality smerom na východ. Kým v Bratislave pripadá na jeden deň s búrkou 12,33 dňa

stanica	počet dní bez búrky
Košice	9,46
Poprad	9,95
Sliač	10,42
Bratislava	12,33
Lomnický štít	12,85
Valentia	75,72

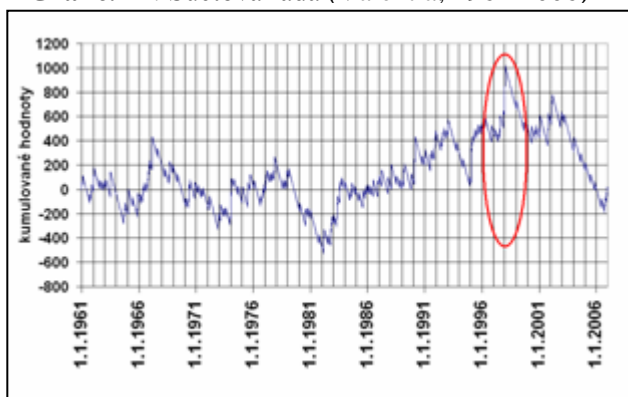
Zdroj dát: SHMÚ, Met Éirean Autor: J. Kontrošová

bez búrky, v Košiciach je to 9,46 dní. Na

Lomnickom štíte zohráva hlavnú úlohu vysoká nadmorská výška, kde je dosah oceánu väčší než v slovenských kotlinách a nížinách. V prípade írskej meteorologickej stanice vo Valentii ide jednoznačne o silnú oceánitu klímy. Búrky sa tu oproti Slovensku vyskytujú skôr výnimočne, podľa predchádzajúcich výpočtov je to len 4 až 5 búrkových dní za rok.

Nasledujúcich 12 grafov (grafy č. 14 až 25) zobrazuje zostrojené súčtové rady pre jednotlivé stanice a vybrané obdobie v sledovanom rade, pre lepšie znázornenie a pochopenie charakteru krivky. Všeobecne môžeme povedať, že krivka rastie nielen podľa počtu, ale aj podľa rozloženia búrkových dní v roku. Pokiaľ sa v búrkovej sezóne vyskytlo veľa búrok, súčtová rada bude mať vzostupný charakter. Naopak, pokiaľ sú búrky menej sústredené v rámci obvyklej sezóny, tj. obdobie mimo sezónu je dlhšie, krivka bude klesať.

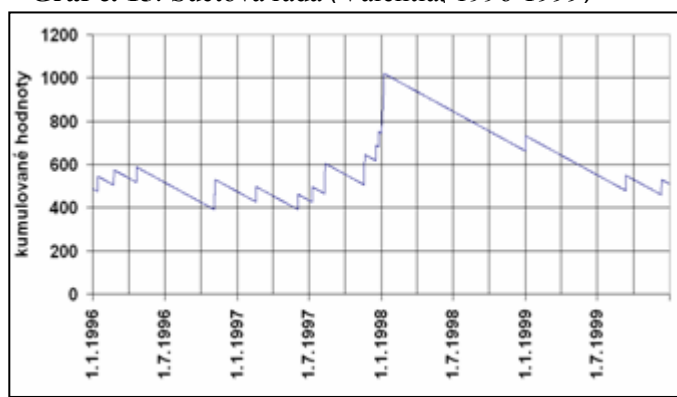
Graf č. 14: Súčtová rada (Valentia; 1961-2006)



Zdroj dát: Met Éireann

Autor: J. Kontrošová

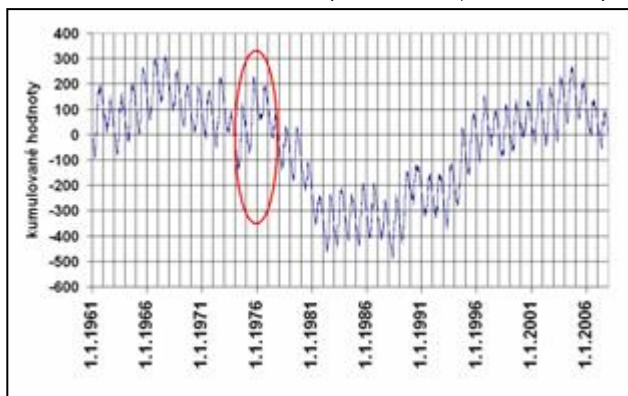
Graf č. 15: Súčtová rada (Valentia; 1996-1999)



Zdroj dát: Met Éireann

Autor: J. Kontrošová

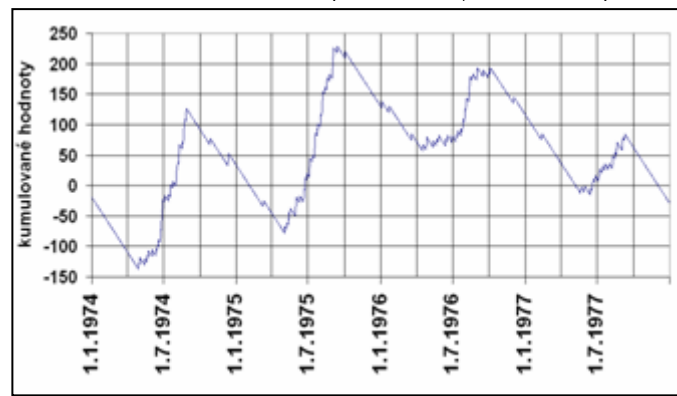
Graf č. 16: Súčtová rada (Bratislava; 1961-2007)



Zdroj dát: SHMÚ

Autor: J. Kontrošová

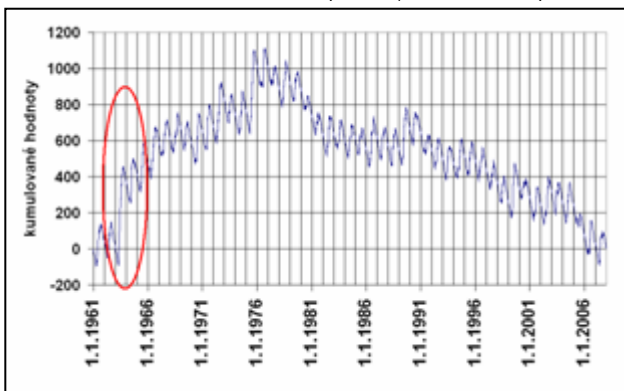
Graf č. 17: Súčtová rada (Bratislava; 1974-1977)



Zdroj dát: SHMÚ

Autor: J. Kontrošová

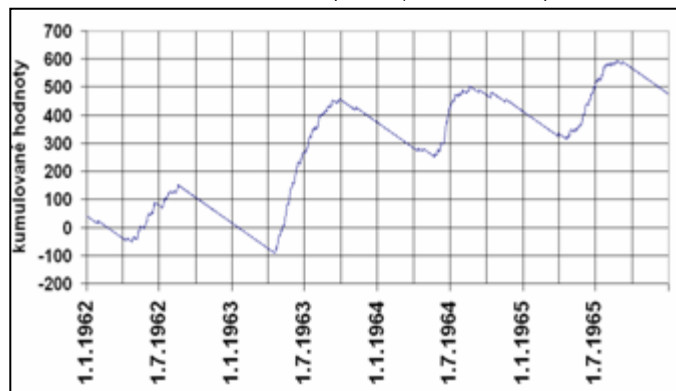
Graf č. 18: Súčtová rada (Sliač; 1961-2007)



Zdroj dát: SHMÚ

Autor: J. Kontrošová

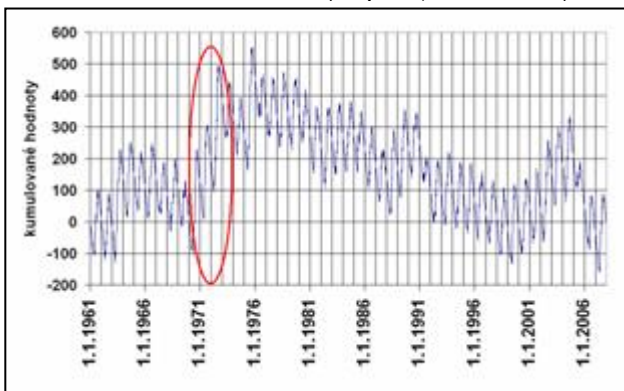
Graf č. 19: Súčtová rada (Sliač; 1962-1965)



Zdroj dát: SHMÚ

Autor: J. Kontrošová

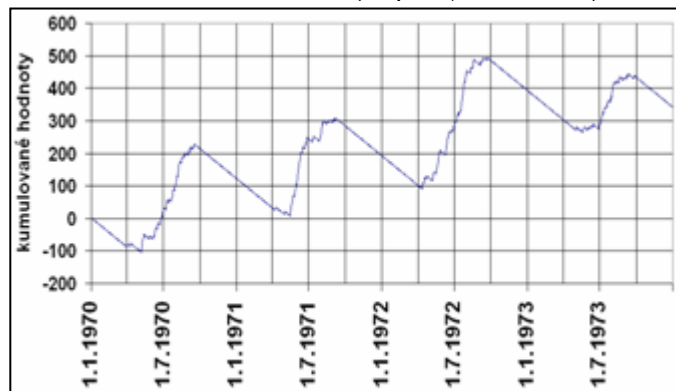
Graf č. 20: Súčtová rada (Poprad; 1961-2007)



Zdroj dát: SHMÚ

Autor: J. Kontrošová

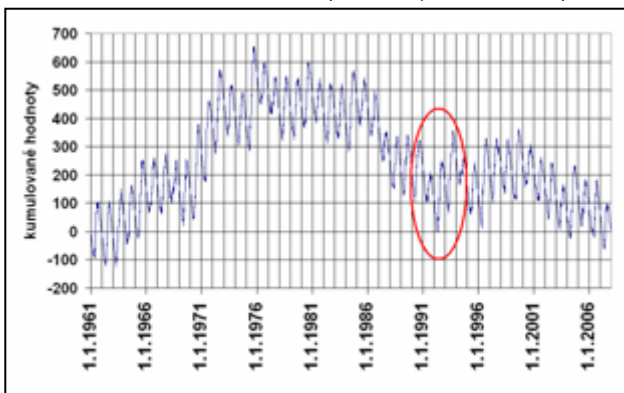
Graf č. 21: Súčtová rada (Poprad; 1970-1973)



Zdroj dát: SHMÚ

Autor: J. Kontrošová

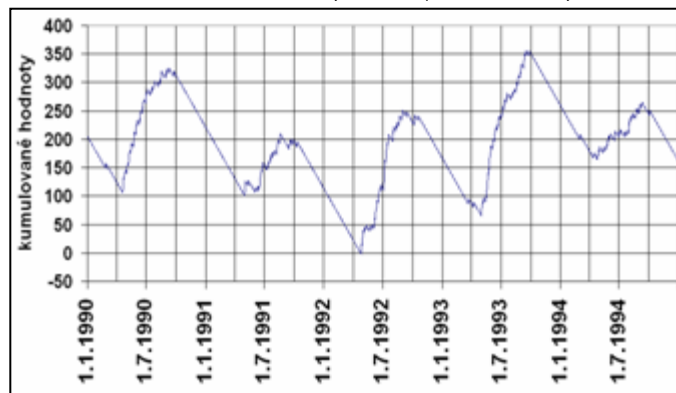
Graf č. 22: Súčtová rada (Košice; 1961-2007)



Zdroj dát: SHMÚ

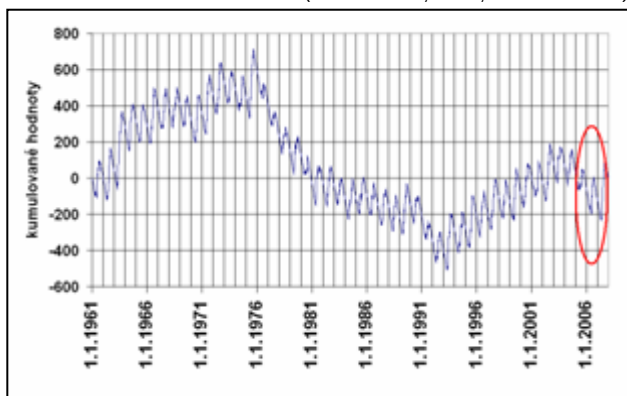
Autor: J. Kontrošová

Graf č. 23: Súčtová rada (Košice; 1990-1994)



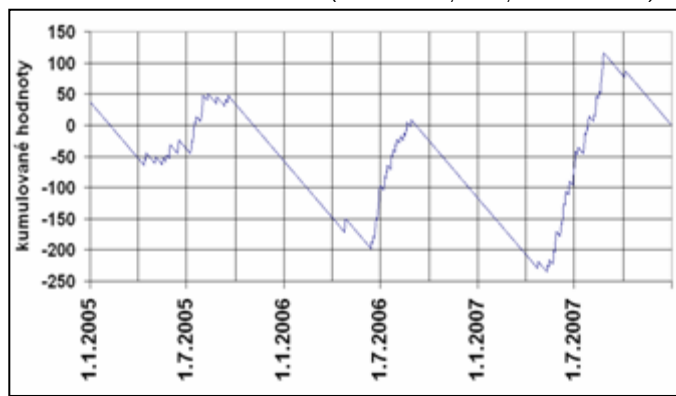
Zdroj dát: SHMÚ

Autor: J. Kontrošová

Graf č. 24: Súčtová rada (Lomnický štít; 1961-2007)

Zdroj dát: SHMÚ

Autor: J. Kontrošová

Graf č. 25: Súčtová rada (Lomnický štít; 2005-2007)

Zdroj dát: SHMÚ

Autor: J. Kontrošová

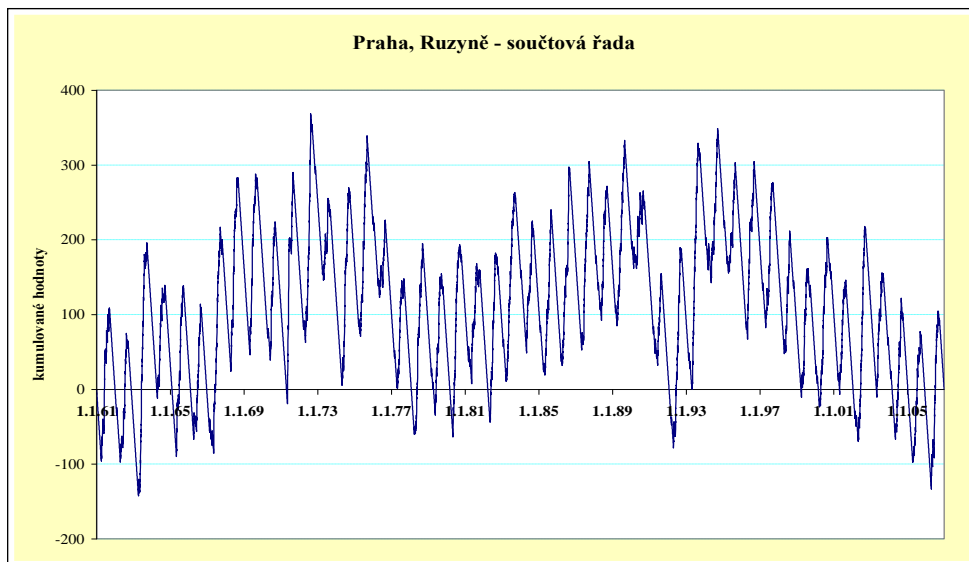
Tieto základné pravidlá sa však nedajú spozorovať na írskej stanici. Búrkovú sezónu, ktorú by sme s najväčšou pravdepodobnosťou zaradili do zimného obdobia, sa metódou súčtových radov nepodarilo vymedziť tak, ako na ostatných staniciach. V sledovanom období bolo zaznamenaných príliš málo búrok v rôznych mesiacoch a obdobiach. Súčtová krivka preto v grafe stúpa a klesá bez akýchkoľvek pravidelných zákonitostí.

Čo sa týka ostatných meteorologických staníc, stúpajúci a klesajúci trend kriviek je jasne rozpoznateľný. Spoločné maximum dosahujú všetky stanice v roku 1975, kedy bolo na Slovensku zaznamenaných najviac búrkových dní. Žiadna zo staníc nemá vyrovnaný priebeh súčtovej rady, to znamená, že sa búrková sezóna a obdobie mimo sezónu nepravidelne skracovali, resp. predlžovali. Tento nevyrovnaný priebeh a prehýbanie súčtových radov je pravdepodobne do veľkej miery spôsobené inhomogenitou a rôznou kvalitou pozorovania búrok.

Veľmi podobný priebeh má krivka Popradu a Košíc. Zákonitosti ročného chodu kriviek názorne zobrazujú grafy jednotlivých staníc zostrojené pre kratšie obdobie niekoľkých rokov. Klesajúci trend majú krivky v období, kedy prevládajú protiznaky nad znakmi, to znamená že sa búrky buď vôbec nevyskytujú, alebo je ich počet dostatočný na to, aby krivka začala stúpať. Stúpajúci trend znamená zvýšený výskyt búrok v danom období. Klesajúce rameno krivky má hladký priebeh, na stúpajúcom ramene sa však vo väčšej miere vyskytujú malé „zuby“, ktoré v búrkovej sezóne predstavujú dni bez búrky, keďže ich výskyt nie je spojitým javom.

Pre porovnanie som do tejto kapitoly zaradila súčtovú radu zostrojenú pre českú stanicu Praha - Ruzyně, ktorej autorkou je P. Sehnalová (Sehnalová, 2007). Táto meteorologická stanica je príkladom vyrovnanej súčtovej rady. V spracovávanom období (1961-2006) bol výskyt búrkových javov rovnomerný a na stanici významného letiska aj náležite kvalitne zaznamenávaný (graf č. 26).

Graf č. 26: Súčtová rada (Praha-Ruzyně; 1961-2006)



Zdroj: Sehnalová, 2007

9.1. Vymedzenie a dĺžka búrkovej sezóny

Vymedzenie búrkovej sezóny na základe metódy súčtových radov pre všetky skúmané stanice a strednú hodnotu z nich znázorňuje tabuľka č. 6 a graf č. 27. Z nich je zjavné, že búrková sezóna sa na slovenských meteorologických staniach začína začiatkom mája, okolo 3.májového dňa a končí koncom augusta, približne v 31.deň, čo významne potvrdzuje spojenie s letným obdobím. Najskôr sa búrková sezóna začína na južnom a strednom Slovensku – 2.mája, najneskôr v podhorských a horských oblastiach – 5. resp. 8.mája. Veľmi zaujímavé je, že najskorší dátum posledného dňa búrkovej sezóny nepripadá na meteorologické stanice Poprad alebo Lomnický štít, ale na Sliač, kde sa paradoxne končí leto už 23.augusta. Najneskôr sezóna končí na východnom Slovensku, a to 2.septembra.

Z hľadiska priemerných dátumov konca a začiatku sa najväčšie rozdiely vyskytujú v posledný deň búrkovej sezóny na staniciach v Poprade a na Sliači.

Tabuľka č. 6: Vymedzenie a základná štatistika búrkovej sezóny (slovenské stanice; 1961-2007)

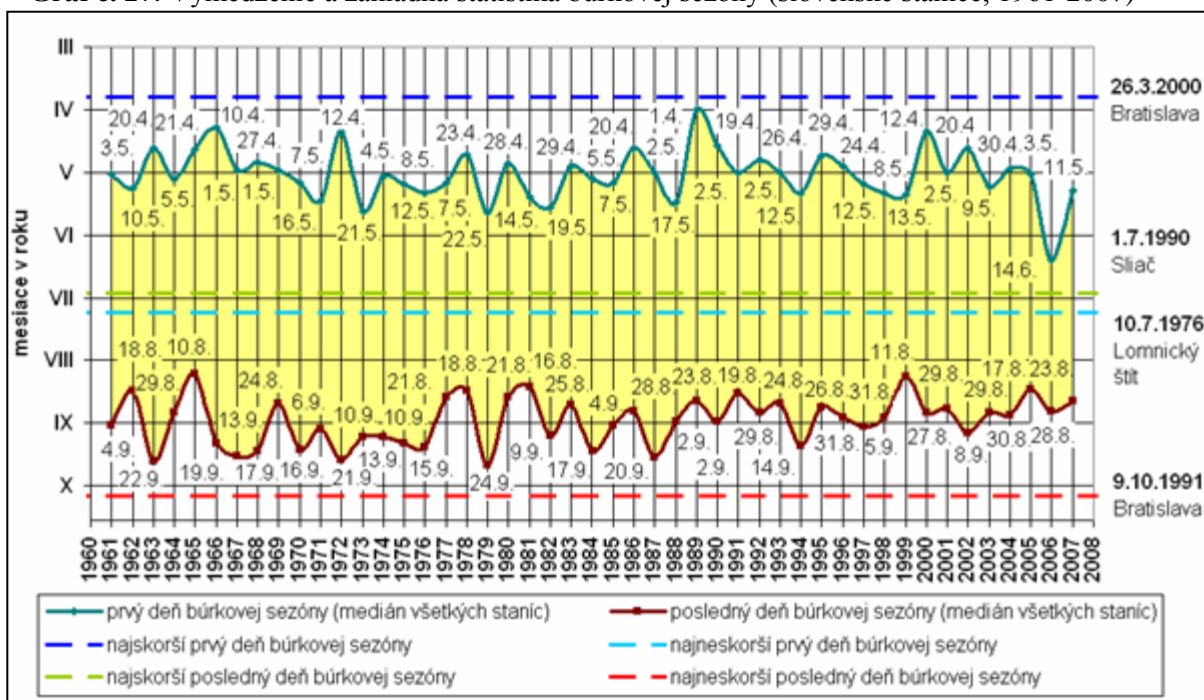
Deň búrkovej sezóny	Bratislava	Sliač	Poprad	Košice	Lomnický štít	Spolu
Medián prvého dňa	2.5.	2.5.	5.5.	3.5.	8.5.	3.5.
Medián posledného dňa	31.8.	23.8.	31.8.	2.9.	29.8.	31.8.
Priemer prvého dňa	2.5.	2.5.	5.5.	4.5.	9.5.	3.5.
Priemer posledného dňa	31.8.	27.8.	2.9.	3.9.	30.8.	31.8.
Najskorší prvý deň (rok)	26.3. (2000)	5.4. (1989)	1.4. (1989)	1.4. (1989)	5.4. (1989)	1.4. (1989)
Najneskorší prvý deň (rok)	14.6. (1977)	29.6. (1976)	17.6. (2006)	5.7. (2001)	10.7. (1976)	14.6. (2006)
Najskorší posledný deň (rok)	17.7. (1990)	1.7. (1990)	8.8. (1980)	7.8. (1989)	1.8. (1976)	10.8. (1965)
Najneskorší posledný deň (rok)	9.10. (1991)	28.9. (1967)	3.10. (1975)	3.10. (1967)	26.9. (1987)	24.9. (1979)

Zdroj dát: SHMÚ

Autor: J. Kontrošová

Stredná hodnota takéhoto súboru dát však presnejšie zodpovedá realite. Na jednotlivých staniciach sa v priebehu sledovaného obdobia vyskytli zaujímavé extrémne hodnoty. V Bratislave sa v roku 2000 začala búrková sezóna už 26.marca, pričom táto stanica „vedie“ aj v prípade posledného dňa búrkovej sezóny, ktorá sa tu v roku 1991 skončila až 9.októbra. V prípade opačných extrémov, najneskorší dátum začiatku búrkovej sezóny 10.júl je z Lomnického štítu z roku 1976 a najskorší dátum jej konca 1.júl zas zo Sliaču z roku 1990. V prípade extrémov búrkovej sezóny vymedzenej zo všetkých staníc sa najskôr začala búrková sezóna 1.apríla 1989, najneskôr 14.júna 2006. Naopak najskôr obdobie búrok skončilo 10.augusta 1965 a najneskôr 24.septembra 1979.

Graf č. 27: Vymedzenie a základná štatistika búrkovej sezóny (slovenské stanice; 1961-2007)



Zdroj dát: SHMÚ

Autor: J. Kontrošová

Poznámka: plné čiary predstavujú začiatok resp. koniec búrkovej sezóny vypočítaný z mediánov všetkých staníc za celé sledované obdobie; prerušované čiary znázorňujú najskorší resp. najneskorší prvý resp. posledný deň búrkovej sezóny dosiahnutý na konkrétnej meteorologickej stanici v konkrétnom roku za celé sledované obdobie.

Čo sa týka dĺžky búrkovej sezóny, z grafu č. 28 sa dá vypozaorovať dlhodobý mierny trend poklesu, pričom celkovo trvá sezóna 122 dní, v priemere o jeden deň menej a najčastejšie je to 126 dní (tab.č.7). Rokom z najdlhším búrkovým, resp. letným obdobím bol rok 1965, kedy trvalo 155 dní, a naopak v roku 2006 trvala búrková sezóna len 76 dní, pričom v tomto roku sa začala aj najneskôr za sledované obdobie. Z pohľadu jednotlivých meteorologických staníc majú najdlhšiu búrkovú sezónu Košice (125 dní) a najkratšiu Sliač so 117 dňami, pričom na Lomnickom štíte trvá toto obdobie len o jeden deň viac. V prípade priemerného počtu je situácia opačná a horská stanica zaostáva za Sliačom až o 4 dni. Za 47 ročné spracovávané obdobie trvalo obdobie búrok paradoxne najdlhšie v Bratislave, 182 dní v roku 1991 a najkratšie na Lomnickom štíte, 23 dní v roku 1976. Paradoxne preto, že najdlhšiu sezónu by sme skôr predpokladali na stanici

s najväčším počtom búrkových dní, a teda v Košiciach. Ide však len o zaujímavosť, extrémnu hodnotu, ktorá nie je smerodajná.

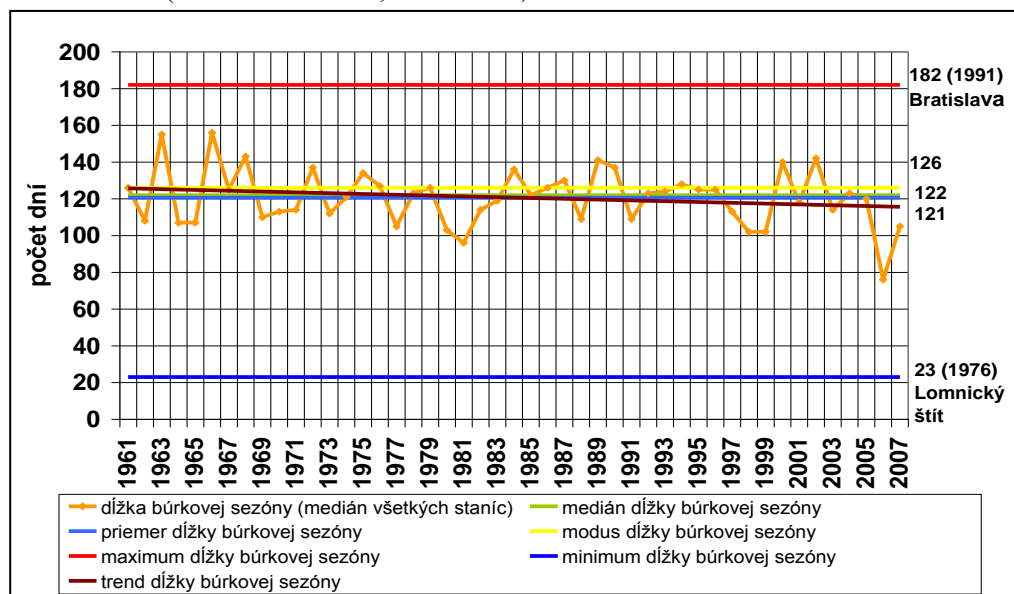
Tabuľka č. 7: Základná štatistika dĺžky búrkovej sezóny (slovenské stanice; 1961-2007)

Dĺžka búrkovej sezóny	Bratislava	Sliač	Poprad	Košice	Lomnický štít	Spolu
Medián	121	117	122	125	118	122
Priemer	122	118	121	123	114	121
Modus	137	109	126	125	113	126
Maximum (rok)	182 (1991)	169 (1967)	163 (1972)	170 (1970)	155 (1963)	155 (1963)
Minimum (rok)	81 (1973)	57 (2005)	73 (2006)	55 (2001)	23 (1976)	76 (2006)

Zdroj dát: SHMÚ

Autor: J. Kontrošová

Graf č. 28: Základná štatistika dĺžky búrkovej sezóny
(slovenské stanice; 1961-2007)



Zdroj dát: SHMÚ

Autor: J. Kontrošová

Poznámka: dĺžka búrkovej sezóny bola vypočítaná z mediánov všetkých staníc za celé sledované obdobie; maximum resp. minimum dĺžky búrkovej sezóny zobrazuje najvyššiu resp. najnižšiu hodnotu dosiahnutú na konkrétnej meteorologickej stanici v konkrétnom roku za celé sledované obdobie.

Z tejto základnej štatistiky vyplýva, že obdobie búrok je veľmi podobne vymedzené na staniciach Bratislava - Ivánka a Košice – letisko. Poprad – letisko sa za nimi oneskoruje o dva dni, na čo nepochybne vplýva špecifická poloha v chladnejšej klimatickej oblasti Slovenska. Podobne je to aj s dĺžkou búrkovej sezóny na týchto staniciach. Veľmi zaujímavý je z tohoto pohľadu Sliač, kde sa sezóna síce začína dosť skoro, avšak končí najskôr a trvá najkratšie, čím predčí dokonca aj Lomnický štít vo Vysokých Tatrách, kde by to bolo viac pravdepodobné. Prítomnosť pomerne vysokých hôr v okolí meteorologickej stanice by mala naopak pozitívne prispievať k tvorbe búrkových oblakov a búrok samotných. Stanica na Lomnickom štíte je pre svoju polohu vo vysokej nadmorskej výške veľmi osobitá. Logicky tu búrková sezóna začína ako na poslednej stanici so všetkých.

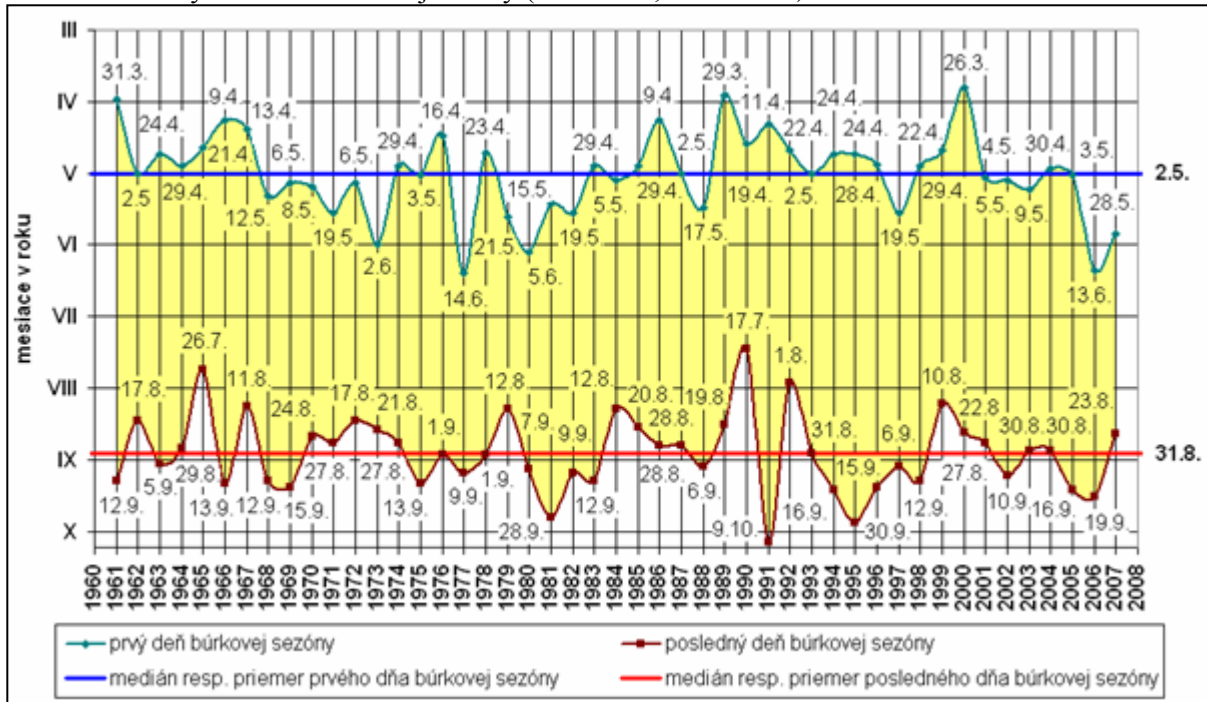
9.1.1. Vymedzenie a dĺžka búrkovej sezóny na stanici Bratislava - Ivánka

Bratislavská meteorologická stanica na letisku M. R. Štefánika je najzápadnejšou a zároveň aj najjužnejšou zo súboru pozorovaných staníc, preto bude aj najviac ovplyvňovaná oceánskymi vzduchovými hmotami. Búrková sezóna tu trvá približne od 2. mája do 31. augusta, pričom obe krivky, ktoré ju vymedzujú, sú pomerne nevyrovnané v priebehu celého sledovaného obdobia (graf č. 29, tab. č. 6). Zaujímavým výsledkom výpočtov je, že medián prvého, resp. posledného dňa búrkovej sezóny je zhodný s priemerom. Najneskôr sa tu búrková, resp. letná sezóna začala v roku 1977, a to 14. júna. V roku 2000 sa naopak začala už 26. marca, čo je aj najskôr zo všetkých sledovaných staníc. Roky 1990 až 1992 sú veľmi zaujímavé z hľadiska posledného dňa búrkovej sezóny, kde jeden extrém strieda druhý. 17. júla roku 1990 sa sezóna skončila najskôr a 9. októbra 1991 zasa najneskôr za sledované obdobie zo všetkých staníc. Nasledujúci rok došlo znova k predčasnému ukončeniu búrkového obdobia, a to už 1. augusta 1992.

V prípade dĺžky búrkovej sezóny v Bratislave, môžeme, aj na základe kľzavého priemeru, hovoriť o miernom trende jej predlžovania v posledných, najmä však v 90. rokoch minulého storočia (graf č. 30). Väčšinou trvá približne 121 dní, v priemere je to o deň dlhšie, no najčastejšie až 137 dní. Najdlhšie trvalo obdobie búrok v roku 1991, až 182 dní, čo je aj najviac zo všetkých skúmaných staníc. V tomto prípade vidieť jasnú súvislosť s neskorým

koncom (9.10.) a pomerne skorým nástupom sezóny (1.4.). Čo sa týka najkratšieho obdobia, to trvalo v roku 1973 len 81 dní.

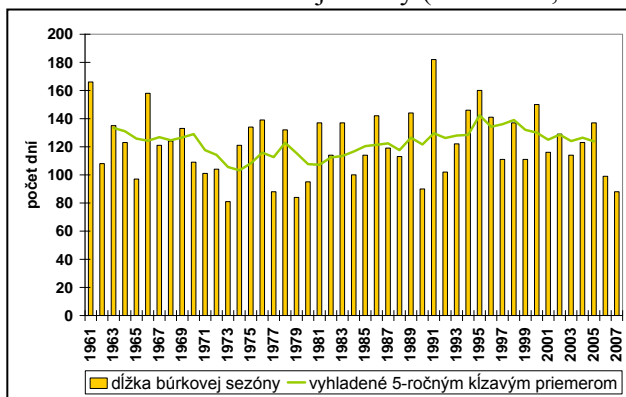
Graf č. 29: Vymedzenie búrkovej sezóny (Bratislava; 1961-2007)



Zdroj dát: SHMÚ

Autor: J. Kontrošová

Graf č. 30: Dĺžka búrkovej sezóny (Bratislava; 1961-2007)



Zdroj dát: SHMÚ

Autor: J. Kontrošová

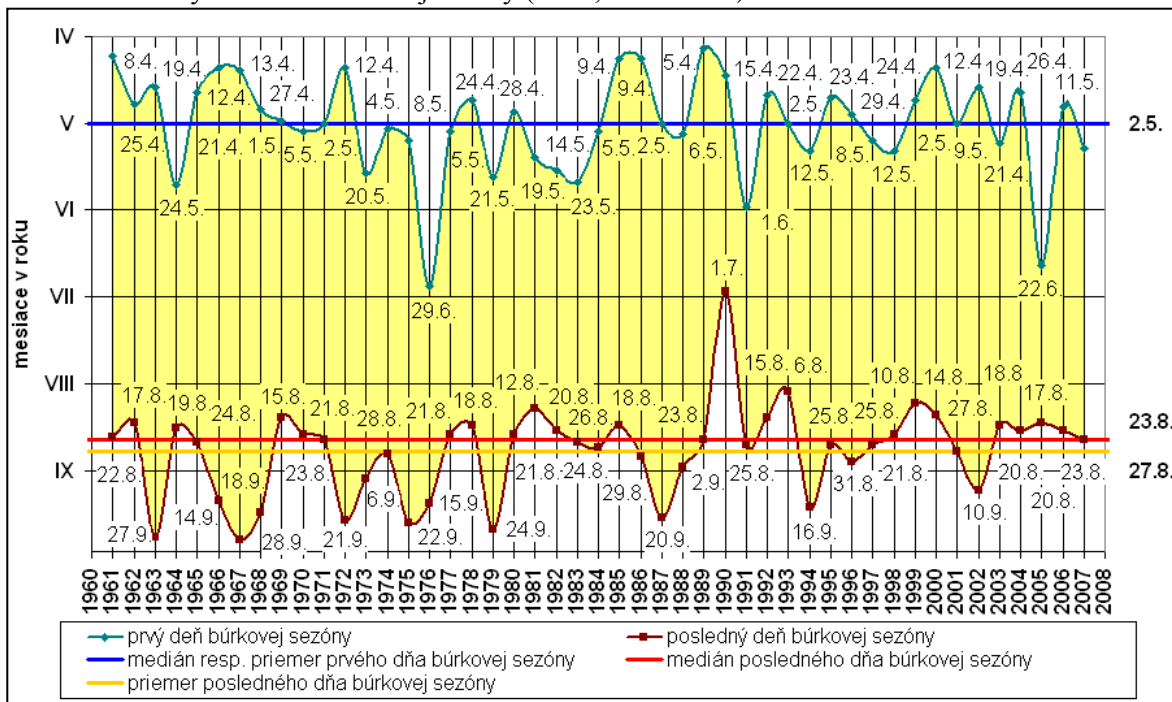
Celkovo je z oboch grafov zjavné, že režim obdobia búrok je v Bratislave pomerne nestály, čo zodpovedá jej polohe v oblasti Podunajskej nížiny aj výraznejšiemu vplyvu oceánu. Okrem toho, od tejto meteorologickej stanice môžeme očakávať kvalitné pozorovanie,

nutné pre významné letisko. Preto vymedzenie a dĺžka búrkovej sezóny bude asi najviac zo všetkých staníc zodpovedať realite.

9.1.2. Vymedzenie a dĺžka búrkovej sezóny na stanici Sliač – letisko

Meteorologická stanica Sliač reprezentuje v danom súbore staníc stredné Slovensko. Búrkovú sezónu tu môžeme vymedziť od 2.mája do 23.augusta, v priemernom výpočte až do 27. augusta (graf č. 31, tab. č. 6), pričom priemerný dátum prvého dňa je rovnaký ako jeho medián. Zaujímavé je, že na Sliači sa obdobie búrok začína aj končí najskôr zo všetkých staníc. V priebehu 47-ročného stáleho meteorologického pozorovania sa tu preto vyskytlo niekoľko zaujímavých výrazne odlišných hodnôt. Najskôr sa začalo búrkové obdobie 5.apríla v roku 1989, najneskôr 29.júna v roku 1976. V roku 1990 sa tu sezóna skončila už 1.júla, čo predstavuje najskorší dátum jej konca zo všetkých staníc. Najneskôr sa tu búrkové obdobie skončilo 28.septembra v roku 1967. Krivky ohraničujúce začiatok a koniec sezóny sú nevyrovnané, podobne ako v predchádzajúcom prípade bratislavskej stanice. V období posledných 15 rokov dochádza k ich miernemu ustáleniu, s výnimkou sezóny v roku 2005, ktorá sa začala až 22.júna.

Graf č. 31: Vymedzenie búrkovej sezóny (Sliač; 1961-2007)



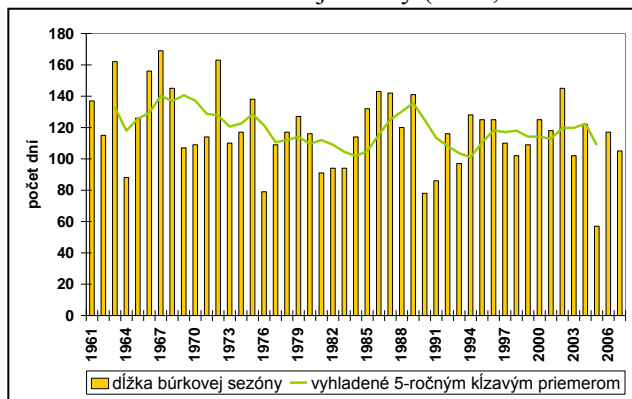
Zdroj dát: SHMÚ

Autor: J. Kontrošová

Rovnako nevyrovnaná je aj dĺžka búrkovej sezóny na Sliači (graf č. 32). Celkovo však môžeme sledovať iba mierny poklesový trend. Zo sledovaných meteorologických staníc má Sliač najkratšiu dĺžku búrkového obdobia, trvá iba 117 dní, v priemere o deň dlhšie

a najčastejšie len 109 dní. Najdlhšie trvala sezóna v roku 1967, 166 dní, naopak najkratšie v už spomínanom roku 2005, a to iba 57 dní.

Graf č. 32: Dĺžka búrkovej sezóny (Sliač; 1961-2007)



Zdroj dát: SHMÚ

Autor: J. Kontrošová

Prípady meteorologickej stanice Sliač je viac než pozoruhodný, hlavne kvôli veľmi krátkej búrkovej sezóne a rovnako aj jej najskoršiemu poslednému dňu oproti ostatným staniciam. Poloha

stanice by mala podporovať vznik a výskyt búrok v tejto oblasti. Možným vysvetlením tohoto javu sú výsledky práce J. Pecha, ktorý poukázal na zmeny priestorovej cirkulácie nad územím Slovenska, a práve kotlinové regióny označil za oblasti so zníženým výskytom búrok.

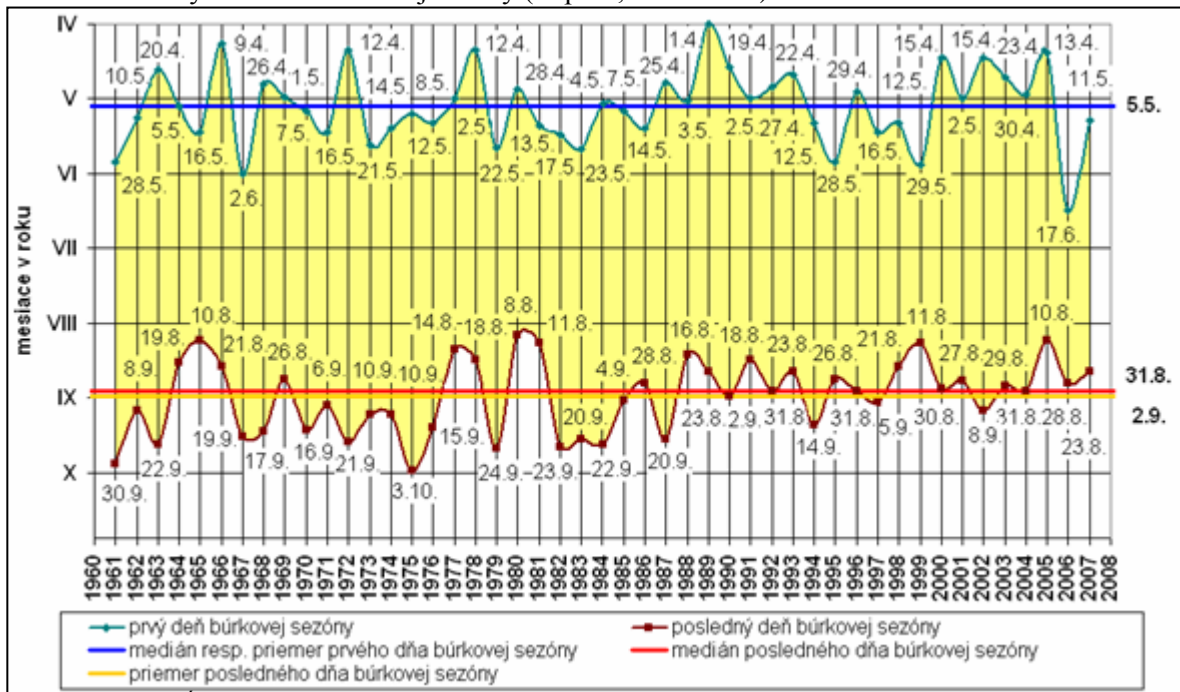
9.1.3. Vymedzenie a dĺžka búrkovej sezóny na stanici Poprad – letisko

Popradská stanica zastupuje chladnú klimatickú oblasť v podhorí Vysokých Tatier. Búrková sezóna zobrazená v grafe č. 33 má menej výrazné výkyvy kriviek ako v predchádzajúcich dvoch prípadoch. Prvý deň sezóny sa tu začína o niečo neskôr, 5. mája, posledným je 31. august (tab. č. 6). Priemerný začiatok prvého dňa je rovnako ako u predchádzajúcej stanice zhodný s mediánom, obdobie búrok sa však v priemere končí až 2. septembra. Najskorší dátum začiatku sezóny je zhodný s meteorologickou stanicou v Košiciach, je to 1. apríl v roku 1989. Naopak najneskôr sa začala v roku 2006, 17. júna. Rekordy posledného dňa búrkového obdobia môžeme nájsť v strede sledovanej rady dát. V roku 1980 sa sezóna skončila už 8. augusta, a naopak v roku 1975 až 3. októbra.

Čo sa týka dĺžky búrkovej sezóny v Poprade, rovnako ako na predchádzajúcej stanici, aj tu môžeme pozorovať iba mierny pokles (graf č. 34). Väčšinou tu obdobie búrok trvá 122,

v priemere o jeden deň kratšie, najčastejšie však 126 dní. Najdlhšou bola búrková sezóna v roku 1972, trvala 163 dní. V roku 2006, kedy sa aj začala najneskoršie, naopak iba 73 dní.

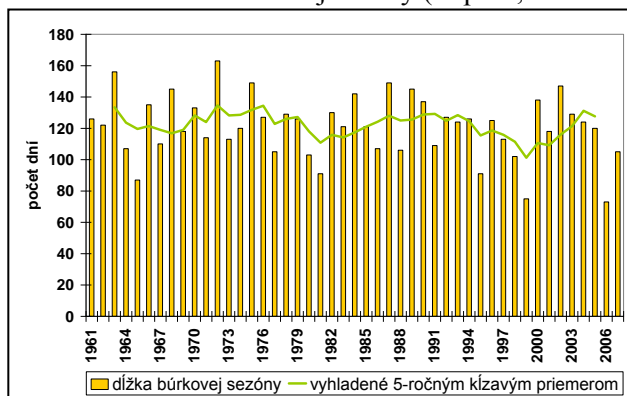
Graf č. 33: Vymedzenie búrkovkej sezóny (Poprad; 1961-2007)



Zdroj dát: SHMÚ

Autor: J. Kontrošová

Graf č. 34: Dĺžka búrkovkej sezóny (Poprad; 1961-2007)



Zdroj dát: SHMÚ

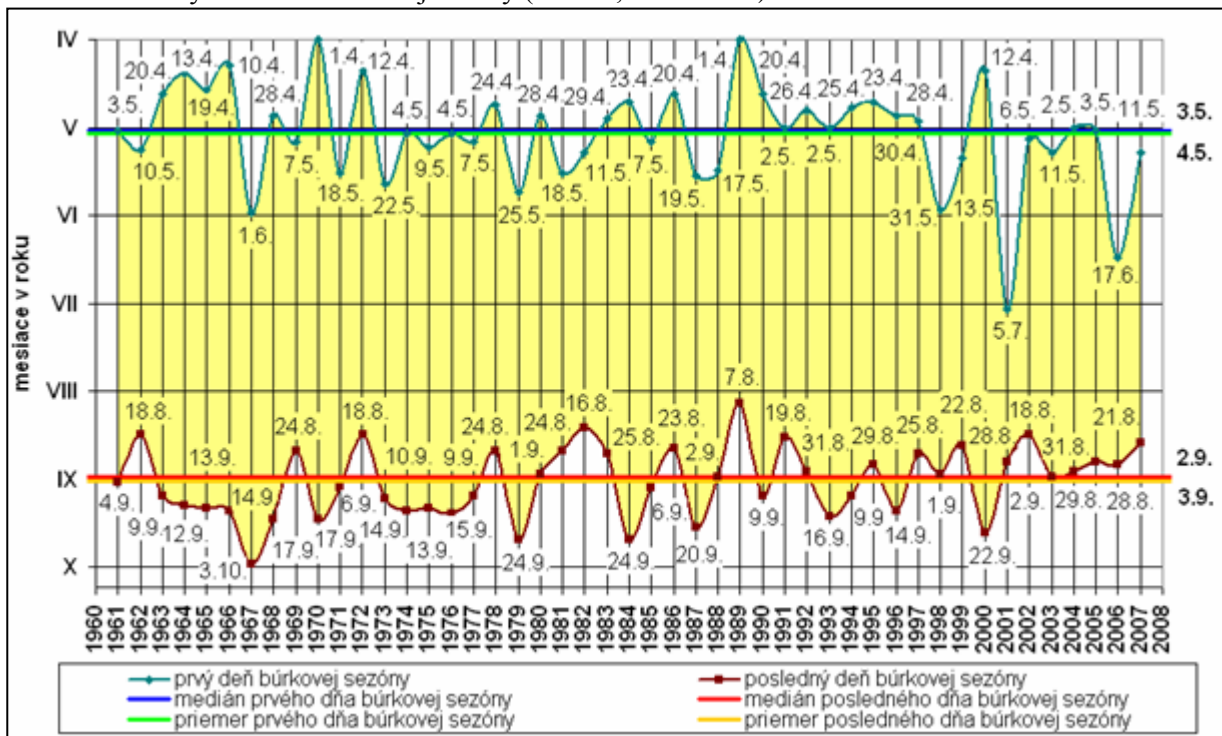
Autor: J. Kontrošová

Poloha stanice nepochybne vplýva na mierne opozdenie začiatku búrkovkej sezóny v Poprade, ale aj na trvanie búrkovkej sezóny, ktorá je po Košiciach najdlhšia. Môžeme predpokladať, že na túto skutočnosť pozitívne pôsobí aj silnejší vplyv kontinuality v porovnaní s Bratislavou alebo Sliačom.

9.1.4. Vymedzenie a dĺžka búrkovej sezóny na stanici Košice – letisko

Meteorologická stanica v Košiciach sa zo všetkých staníc nachádza najviac na východe, a je teda najviac ovplyvňovaná kontinentalitou. Tomu zodpovedá aj vymedzenie a dĺžka búrkovej sezóny. Graf č. 35 znázorňuje búrkovú sezónu na košickej stanici v priebehu rokov 1961 až 2007. Počas tohto 47-ročného pozorovacieho obdobia je obdobie búrok vymedzené približne rovnako, začína sa väčšinou 3.mája a končí 2.septembra. Najskorší prvý deň búrkovej sezóny, 1.apríl 1989 korešponduje s dátumom v Poprade. Najneskorší posledný deň, 3.október 1967, sa líši rokom. V roku 1989 sa sezóna skončila najskôr počas sledovaného obdobia, bolo to 7.augusta. Najväčšie výkyvy krivky prvého dňa búrkovej sezóny môžeme sledovať najmä v posledných rokoch. V roku 2006 sa začala 17.júna a v roku 2001 až 5.júla, čo predstavuje aj najneskorší začiatok sezóny v sledovanom súbore dát.

Graf č. 35: Vymedzenie búrkovej sezóny (Košice; 1961-2007)



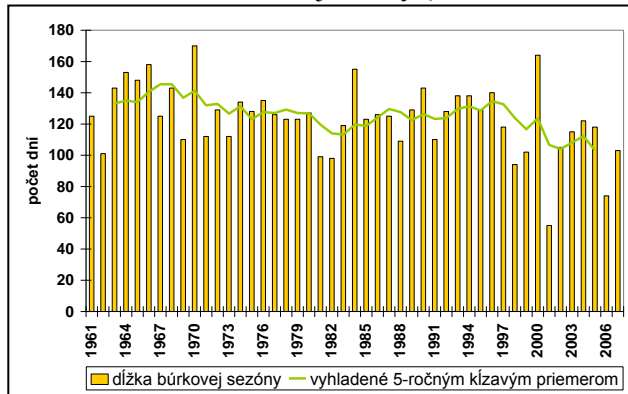
Zdroj dát: SHMÚ

Autor: J. Kontrošová

Roky 2001 a 2006 súhlasia aj s najkratším obdobím búrok v Košiciach. Po veľmi dlhej sezóne v roku 2000 (164 dní) nasledovala v lete roku 2001 sezóna najkratšia a trvala len 55 dní (graf č.36). Celkovo najdlhšie trvalo obdobie búrok 170, a to v roku 1970.

Z grafu dĺžky búrkovej sezóny v Košiciach a jej kľzavého priemeru môžeme ďalej spozorovať mierny trend jej skracovania v posledných rokoch. Táto skutočnosť je veľmi

Graf č. 36: Dĺžka búrkovej sezóny (Košice; 1961-2007)



Zdroj dát: SHMÚ

Autor: J. Kontrošová

zaujímavá, keďže začiatok 21.storočia patrí medzi jedno z najteplejších období od čias meteorologického pozorovania na Slovensku. Na tvorbu búrkových oblakov a následný výskyt búrok vplyva nadmerné zahrievanie zemského povrchu veľmi pozitívne. Zistenie príčiny opačného vývoja

v prípade košickej meteorologickej stanice si vyžaduje komplexnejší prístup a podrobnejší výskum

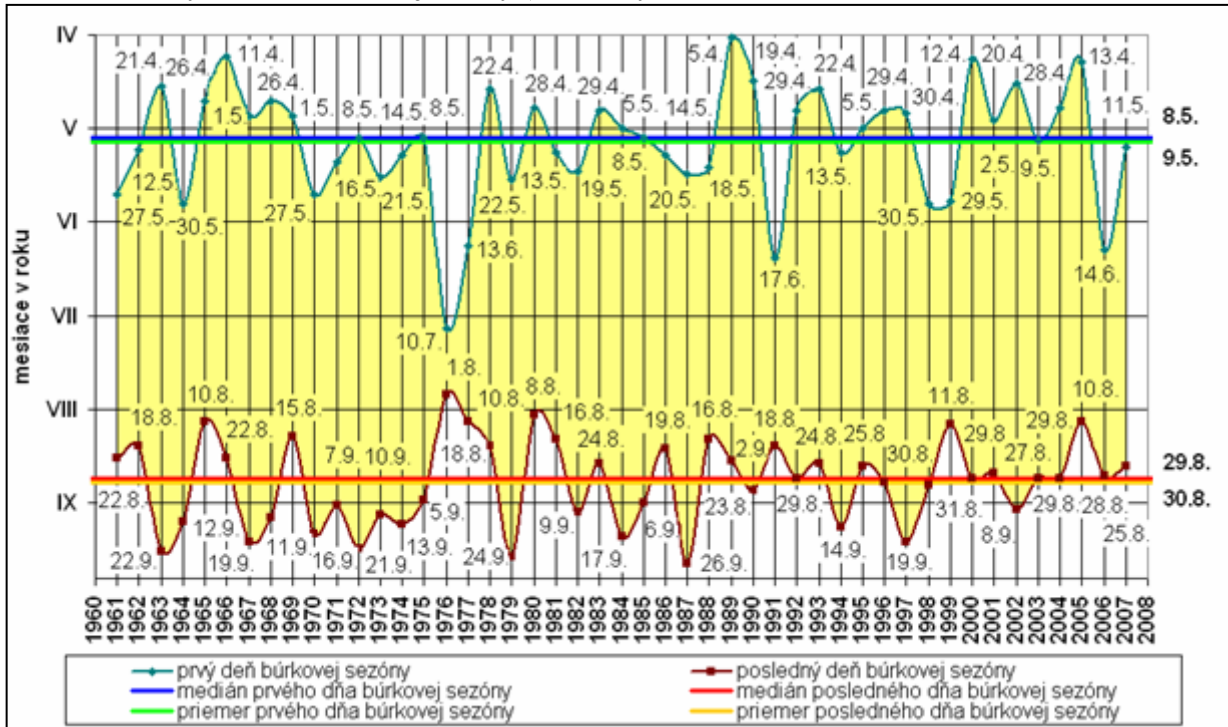
9.1.5. Vymedzenie a dĺžka búrkovej sezóny na stanici Lomnický štít

Meteorologická stanica na Lomnickom štíte je veľmi špecifická. Spravidla tu obdobie búrok trvá od 8.mája do 29.augusta (tab. č. 6). V prípade priemerných hodnôt sa začiatok aj koniec sezóny posúvajú o jeden deň neskôr. Z grafu č. 37 jasne vidieť najvýraznejší extrém, najneskorší deň začiatku sezóny, ktorý pripadá na 10.júla 1976. Je to aj najneskorší dátum zo všetkých meteorologických staníc. V rovnakom roku sa búrková sezóny skončila aj najskôr, a to 1.augusta, čo rok 1976 predurčuje byť rokom s najkratším obdobím búrok. Naopak najskôr sa na Lomnickom štíte začalo „leto“ 5.apríla 1989. Najneskorší posledný deň sezóny bol 26.septembra v roku 1987.

Ohľadne dĺžky búrkového obdobia, predstavuje už spomínaná sezóna v roku 1976, najkratšiu zo sledovaných staníc vôbec, trvala 23 dní (graf č. 38). Naopak medzi najdlhšie

radíme obdobie v roku 1963 so 155 dňami. Obyčajne však trvá 118, priemerne 114 a najbežnejšie 113 dní.

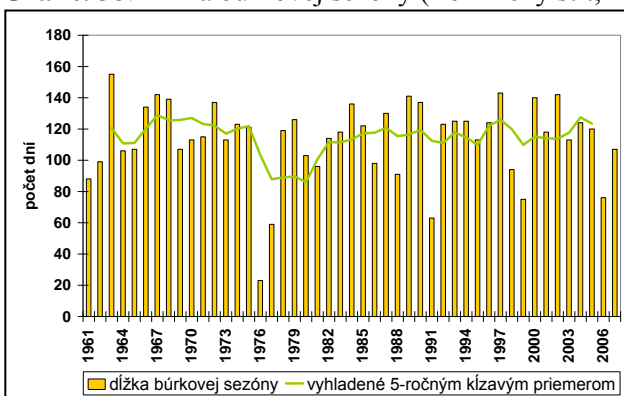
Graf č. 37: Vymedzenie búrkovej sezóny (Lomnický štít; 1961-2007)



Zdroj dát: SHMÚ

Autor: J. Kontrošová

Graf č. 38: Dĺžka búrkovej sezóny (Lomnický štít; 1961-2007)



Zdroj dát: SHMÚ

Autor: J. Kontrošová

Krivka znázorňujúca dátum začiatku búrkovej sezóny je v celom sledovanom období výrazne rozkolísaná. Túto nepravidelnosť spôsobuje najmä osobitá poloha meteorologickej stanice vo vysokej nadmorskej výške, čo samozrejme ovplyvňuje aj dĺžku búrkovej sezóny.

10. Diskusia a záver

Prvotným cieľom stanoveným v úvodných kapitolách tejto diplomovej práce bolo vymedzenie búrkovej sezóny na 5 slovenských meteorologických staniciach. K určeniu jej začiatku, konca a dĺžky som využila metódu súčtových radov od I. Sládka, ktorá bola týmto znova úspešne otestovaná. Táto metóda nie je zaťažená zaužívanými kritériami ale jednoduchým a prepracovaným spôsobom napomáha bližšie porozumieť zákonitostiam podnebia. Napriek tomu, že podrobnej analýze bolo podrobených len 5 meteorologických staníc, boli vybraté tak, aby reprezentovali hlavné geografické a klimatické regióny Slovenska. Okrem toho sa väčšina staníc nachádza na letiskách, ktoré si vyžadujú kvalitné pozorovania výskytu búrok. V prípade širšieho výberu staníc rôzneho typu by sa mohlo stať, že by nekvalitný záznam o búrkových dňoch na niektorej zo staníc znehodnotil výsledky. Mojm pôvodným zámerom bolo porovnať búrkovú sezónu na Slovensku so stanicami zo západnej Európy a priblížiť tak základné rozdiely vo výskyte búrok a v búrkovej sezóne v oceánskej a kontinentálnej klíme. Nanešťastie sa mi však podarilo získať údaje len z jedinej stanice na írskom pobreží, ktorá však dostatočne reprezentuje danú oblasť a slúži preto ako výborný príklad oceánskej klímy.

Výsledky korešpondujú s predpokladom, že búrková sezóna je v kontinentálnej klíme silne prepojená s letným ročným obdobím. Na Slovensku na obvyčajne začína 3.mája, končí 31.augusta a trvá 121 až 122 dní, čo zodpovedá 4 mesiacom. K podobným výsledkom došla aj P. Sehnalová vo svojej bakalárskej práci pri analýze českých meteorologických staníc.

Môj odvážny predpoklad častejšieho výskytu búrok a možného predlžovania búrkovej, resp. letnej sezóny, ktorý som dávala do súvislosti s globálnym otepľovaním a zosilňovaním vplyvu kontinentality sa bohužiaľ nepotvrdil. Podľa J. J.-M. Hirschi et. al. však v strednej Európe v súčasnosti dochádza k nárastu kontinentality a podľa J. Pecha klimatické zmeny a zmeny v cirkulácii niektorých synoptických typov na Slovensku skutočne vplývajú na tunajší výskyt búrok. Tento vplyv je ale nutné komplexnejšie preskúmať a vo výskume sa zamerať na všetky dôležité aspekty podnebia a jeho charakteristík. V skutočnosti je na Slovensku počet dní s búrkou dlhodobo stabilný na všetkých sledovaných staniciach. Pri analýzach všetkých zaznamenaných búrok stabilný trend pretrváva v Bratislave a na Lomnickom štíte, počet búrok klesá na Sliači a v Košiciach.

Jedinou meteorologickou stanicou so zvyšujúcim sa počtom búrok je Poprad. Okrem toho je na väčšine staníc badateľný mierny trend skracovania búrkovej sezóny.

Čo sa týka vplyvu kontinentality a oceánity na výskyt búrok, signifikantne vyšší počet búrkových dní vo vnútrozemí kontinentu bol potvrdený. Kým na pobrežnej stanici Valentia je ročne zaznamenaných 4 až 5 búrkových dní, na slovenských meteorologických staniach je to 31. Búrkovú sezónu sa na írskej stanici vymedziť bohužiaľ nepodarilo, s najväčšou pravdepodobnosťou by bola stanovená v zimnom období. Nemožno to však pokladať za neúspech, takáto analýza si vyžaduje väčší počet staníc a najmä kvalitné záznamy o výskyte búrok, ktoré nanešťastie neboli k dispozícii.

Myslím, že moja diplomová práca poskytla niekoľko dôležitých záverov a odpovedí. Zároveň však otvorila a nastolila kopec ďalších otázok, ktoré si vyžadujú podrobnejšie a komplexnejšie analýzy a dlhodobejší výskum. To je ale na vede z môjho pohľadu to najzaujímavejšie, nikdy nebyť so sebou spokojný a neprestávať sa pýtať.

Literatúra a zdroje

BEDNÁŘ, J. (1989): Pozoruhodné jevy v atmosféře. Academia Praha, 236 s.

BEDNÁŘ, J. (2003): Meteorologie: Úvod do studia dějů v zemské atmosféře. Portál, Praha, 224 s.

BEDNÁŘ, J., KOPÁČEK, J. (2005): Jak vzniká počasí. Nakladatelství Karolinum, Univerzita Karlova, Praha, 226 s.

BRÁZDIL, R., ŠTEKL, J. (1986): Cirkulační procesy a atmosferické srážky v ČSSR. Univerzita J. E. Purkyně, Brno, 298 s.

ČEMAN, R., KOL. AUT. (2003): Slovenská republika – zemepisný atlas. MAPA Slovakia, Bratislava, 96 s.

ČERVENÝ, J., KOL. AUT. (1984): Podnebí a vodní režim ČSSR. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 414 s.

DAI, A. (2001): Global precipitation and thunderstorm frequencies. Part I: Seasonal and interannual Variations. Journal of climate. Vol. 14, No. 6, pp. 1092-1111.

DAI, A. (2001): Global precipitation and thunderstorm frequencies. Part II: Diurnal variations. Journal of climate. Vol. 14, No. 5, pp. 1012-1028.

DVOŘÁK, P. 2003. Ilustrovaný atlas počasí. První vydání, Svět křídel, Cheb, 138 s.

FIALA, T. (2006): Vymezení období sucha a období převládající teploty vzduchu pomocí metody součtových řad na příkladu Vráže u Písku. Meteorologické zprávy, ročník 59, č.3, s. 76-79.

FIŠÁK, J. (1994): Návod pro pozorovatele meteorologických stanic. Metodický předpis č.11, ČHMÚ, Praha, 115 s.

HIRSCHI, J. J.-M., SINHA, B., JOSEY, S.A. (2007): Global warming and changes of continentality since 1948. Weather. Vol.62, No.8, 2001, pp. 215-221.

HLAVÁČ, A. (1986): Bojíte sa blesku? Vydavateľstvo technickej a ekonomickej literatúry, Bratislava, 202 s.

CHROMOV, S., P. (1968): Meteorológia a klimatológia. Vydavateľstvo SAV, Bratislava, 453 s., preklad z ruštiny

KOLEKTÍV AUTOROV (1993): Meteorologický slovník výkladový a terminologický. Academia Praha a MŽP ČR, 594 s.

KOLEKTÍV AUTOROV (2003): Počasie. Fortuna Print, Bratislava, 128 s.

KOLEKTÍV AUTOROV (2007): Atlas podnebí Česka. ČHMÚ, Praha, 255 s.

KVETÁK, Š. (1982): Termická kontinentalita podnebia na Slovensku. Geografický časopis. ročník 34, č. 4, s. 352-383.

MIKOLÁŠKOVÁ, K. (2006): Ombrická kontinentalita v Evropě a České republice. Bakalárska práca. Katedra fyzické geografie a geoekologie PřF UK, Praha, 37 s.

NOSEK, M. (1972): Metody v klimatologii. Academia, Praha, 434 s.

PECHO, J. (2005): Možný vplyv očakávanej klimateckej zmeny na výskyt búrok na Slovensku. Diplomová práca. Katedra fyzického geografie a geoekológie Univerzity Komenského, Bratislava, 89 s.

PODZIMEK, J. (1959): Fyzika oblaku a srážek. Nakladatelství ČAV, Praha, 476 s.

ŘEZÁČOVÁ, D. (2005): Fyzika meteorologických procesů a jevů. Ústav fyziky atmosféry AV ČR, Prednášky UK — PřF, Praha

ŘEZÁČOVÁ, D., NOVÁK, P., KAŠPAR, M., SETVÁK, M. (2007): Fyzika oblaků a srážek. Academia, Praha 574 s.

ŘIHÁNEK, L., POSTRÁNECKÝ, J. (1957): Bouřky a ochrana před bleskem. Československá akademie věd, Praha, 501 s.

SEHNALOVÁ, P. (2007): Roční chod výskytu bouřek a bouřkových jevů v ČR. Bakalárska práca. Katedra fyzické geografie a geoekologie PřF UK, Praha, 39 s.

SETVÁK, M. (1999): Konvektivní bouře – pohled z vesmíru na jeden z nejkrásnějších živelných projevů. Vesmír 78, s. 262-264.

SLÁDEK, I. (1989): Určování nástupu a ukončení zvolených teplot vzduchu metodou součtových řad odchylek. Meteorologické zprávy, ročník 42,č. 3, str. 52-56.

SLÁDEK, I. (2004): Metody v klimatologii. Prednášky UK — PřF, Praha

SMITH, J. A, BEACK, M. L., ZHANG, Y. 2001. Extreme rainfall and flooding from supercell thunderstorms. Journal of hydrometeorology. Vol. 2, No. 5, pp. 469-489.

SOTÁK, Š. (2004): Búrky a ich ničivá sily. Krásy Slovenska, ročník 81, č. 7-8, s. 30-31.

ZVEREV, A., S. (1977): Metódy predpovede oblačnosti a zrážok. In: Zverev, A. S.:Synoptická meteorológia. Vydavateľstvo technickej a ekonomickej literatúry, Bratislava, s. 537-549, preložené 1986

<http://www.bourky.kvalitne.cz>

<http://www.met.ie>

<http://www.metoffice.gov.uk>

<http://www.moonraker.com.au/>

<http://www.shmu.sk>

<http://thediagram.com>

Zoznam obrázkov

- Obrázok č. 1:** Búrkový oblak - Cumulonimbus (Cu) (str. 13)
- Obrázok č. 2:** Mapa meteorologických staníc na Slovensku (str. 25)
- Obrázok č. 3:** Meteorologická stanica Bratislava – Ivánka (str. 25)
- Obrázok č. 4:** Meteorologická stanica Sliač – letisko (str. 26)
- Obrázok č. 5:** Meteorologická stanica Poprad – letisko (str. 26)
- Obrázok č. 6:** Meteorologická stanica Košice – letisko (str. 27)
- Obrázok č. 7:** Meteorologická stanica Lomnický štít (str. 27)
- Obrázok č. 8:** Poloha meteorologickej stanice Valentia (str. 28)
- Obrázok č. 9:** Mapa priemerného ročného výskytu búrkových dní vo svete (str. 30)

Zoznam tabuliek

- Tabuľka č. 1:** Základné údaje skúmaných meteorologických staníc (str. 24)
- Tabuľka č. 2:** Základná štatistika počtu dní s búrkou a búrok (Valenia; 1961-2006) (str. 32)
- Tabuľka č. 3:** Základná štatistika počtu dní s búrkou (slovenské stanice a Valentia; 1961-2007) (str. 34)
- Tabuľka č. 4:** Základná štatistika búrok (slovenské stanice a Valentia; 1961-2007) (str. 34)
- Tabuľka č. 5:** Počet dní bez búrky pripadajúci na 1 deň s búrkou (slovenské stanice a Valentia; 1961-2006/2007) (str. 38)
- Tabuľka č. 6:** Vymedzenie a základná štatistika búrkovej sezóny (slovenské stanice; 1961- 2007) (str. 43)
- Tabuľka č. 7:** Základná štatistika dĺžky búrkovej sezóny (slovenské stanice; 1961-2007) (str. 45)

Zoznam grafov

- Graf č. 1:** Percentuálne rozdelenie počtu dní s búrkou a búrok v priebehu roka (Valentia; 1961-2006) (str. 31)
- Graf č. 2:** Percentuálne rozdelenie počtu dní s búrkou a búrok počas ročných období (Valentia; 1961-2006) (str. 31)
- Graf č. 3:** Trend počtu dní s búrkou a búrok (Valentia; 1961-2006) (str. 32)
- Graf č. 4:** Rozdelenie počtu dní s búrkou v jednotlivých mesiacoch (Valentia; 1961-2006) (str. 32)
- Graf č. 5:** Základná štatistika počtu dní s búrkou (slovenské stanice; 1961-2007) (str. 35)
- Graf č. 6:** Trend počtu dní s búrkou a búrok (Bratislava; 1961-2007) (str. 36)
- Graf č. 7:** Trend počtu dní s búrkou a búrok (Sliač; 1961-2007) (str. 36)
- Graf č. 8:** Trend počtu dní s búrkou a búrok (Poprad; 1961-2007) (str. 36)
- Graf č. 9:** Trend počtu dní s búrkou a búrok (Košice; 1961-2007) (str. 36)
- Graf č. 10:** Trend počtu dní s búrkou a búrok (Lomnický štít; 1961-2007) (str. 36)
- Graf č. 11:** Počet búrkových javov v závislosti od miesta pozorovateľ (slovenské stanice a Valentia; 1961-2006/2007) (str. 36)
- Graf č. 12:** Percentuálne rozdelenie počtu dní s búrkou počas ročných období (slovenské stanice a Valentia; 1961-2006/2007) (str. 37)
- Graf č. 13:** Podiel meteorologických staníc na počte dní s búrkou v jednotlivých mesiacoch (slovenské stanice; 1961-2007) (str. 37)
- Graf č. 14:** Súčtová rada (Valentia; 1961-2006) (str. 39)
- Graf č. 15:** Súčtová rada (Valentia; 1996-1999) (str. 39)
- Graf č. 16:** Súčtová rada (Bratislava; 1961-2007) (str. 39)
- Graf č. 17:** Súčtová rada (Bratislava; 1974-1977) (str. 39)
- Graf č. 18:** Súčtová rada (Sliač; 1961-2007) (str. 40)
- Graf č. 19:** Súčtová rada (Sliač; 1962-1965) (str. 40)
- Graf č. 20:** Súčtová rada (Poprad; 1961-2007) (str. 40)
- Graf č. 21:** Súčtová rada (Poprad; 1970-1973) (str. 40)
- Graf č. 22:** Súčtová rada (Košice; 1961-2007) (str. 40)
- Graf č. 23:** Súčtová rada (Košice; 1990-1994) (str. 40)

- Graf č. 24:** Súčtová rada (Lomnický štít; 1961-2007) (str. 41)
- Graf č. 25:** Súčtová rada (Lomnický štít; 2005-2007) (str. 41)
- Graf č. 26:** Súčtová rada (Praha-Ruzyně; 1961-2006) (str. 42)
- Graf č. 27:** Vymedzenie a základná štatistika búrkovej sezóny (slovenské stanice; 1961-2007) (str. 44)
- Graf č. 28:** Základná štatistika dĺžky búrkovej sezóny (slovenské stanice; 1961-2007) (str. 45)
- Graf č. 29:** Vymedzenie búrkovej sezóny (Bratislava; 1961-2007) (str. 47)
- Graf č. 30:** Dĺžka búrkovej sezóny (Bratislava; 1961-2007) (str. 47)
- Graf č. 31:** Vymedzenie búrkovej sezóny (Sliač; 1961-2007) (str. 48)
- Graf č. 32:** Dĺžka búrkovej sezóny (Sliač; 1961-2007) (str. 49)
- Graf č. 33:** Vymedzenie búrkovej sezóny (Poprad; 1961-2007) (str. 50)
- Graf č. 34:** Dĺžka búrkovej sezóny (Poprad; 1961-2007) (str. 50)
- Graf č. 35:** Vymedzenie búrkovej sezóny (Košice; 1961-2007) (str. 51)
- Graf č. 36:** Dĺžka búrkovej sezóny (Košice; 1961-2007) (str. 52)
- Graf č. 37:** Vymedzenie búrkovej sezóny (Lomnický štít; 1961-2007) (str. 53)
- Graf č. 38:** Dĺžka búrkovej sezóny (Lomnický štít; 1961-2007) (str. 53)

Zoznam príloh

Príloha č. 1: Súčtová rada stanice Bratislava – Ivánka v rokoch 1961 až 2007

Príloha č. 2: Súčtová rada stanice Sliač - letisko v rokoch 1961 až 2007

Príloha č. 3: Súčtová rada stanice Poprad - letisko v rokoch 1961 až 2007

Príloha č. 4: Súčtová rada stanice Košice - letisko v rokoch 1961 až 2007

Príloha č. 5: Súčtová rada stanice Lomnický štít v rokoch 1961 až 2007

Príloha č. 6: Súčtová rada stanice Valentia v rokoch 1961 až 2006